

Международный код

2007 Код ASME по котлам и сосудам давления

Дополнения 2008а

1 июля 2008 г.

II

Часть С

**Сварочные прутки,
электроды и присадочные
металлы**

МАТЕРИАЛЫ

Комитет ASME по котлам и сосудам давления
Подкомитет по материалам



Американское общество
инженеров-механиков



Дата выпуска: 1 июля 2008 г.

Настоящий стандарт, признанный в международном масштабе, разработан в соответствии с методикой, отвечающей критериям, принятым для американских национальных стандартов, и является американским национальным стандартом. В работе Комитета по стандартам, утвердившего стандарт, приняли участие все компетентные или заинтересованные лица. Предложенный стандарт был представлен на рассмотрение общественности с целью получения дополнительных отзывов и замечаний от промышленных предприятий, академических ведомств и законодательных органов, а также от широких кругов населения.

ASME не занимается утверждением, оценкой или одобрением каких-либо изделий, конструкций, патентованных устройств или видов деятельности.

ASME не занимает никакой позиции относительно действительности патентных прав, заявленных на любой объект, упомянутый в данном документе, не освобождает пользователей стандарта от ответственности за нарушение какой-либо действующей патентной грамоты и не берет на себя такую ответственность. Пользователям стандарта настоятельно рекомендуется определять действительность любых таких патентных прав, а риск за нарушение таких прав целиком лежит на пользователе.

Участие представителя (представителей) федерального органа или лиц(а), связанных с отраслевыми организациями, не должно рассматриваться как одобрение настоящего стандарта правительством или отраслевой организацией.

ASME несет ответственность только за те разъяснения к данному документу, которые выпущены в соответствии с установленными процедурами и политикой ASME, что исключает выпуск разъяснений физическими лицами.

Примечания к данному документу являются частью данного американского национального стандарта.

Вышеприведенные символы ASME зарегистрированы Патентным ведомством США.

“ASME” является торговой маркой Американского общества инженеров-механиков.

Технические условия, публикуемые и охраняемые авторским правом Американского общества по испытаниям материалов, воспроизводятся только с разрешения общества.

Никакая часть настоящего документа не может воспроизводиться в какой бы то ни было форме, в информационно-поисковых системах или в другом виде, без предварительного письменного разрешения издателя.

Номер карточки каталога Библиотеки Конгресса США: 56-3934
Напечатано в Соединенных Штатах Америки

Американское общество инженеров-механиков
Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990

Авторское право © 2008
АМЕРИКАНСКОЕ ОБЩЕСТВО ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ
Все права защищены

2007 КОД ASME

ПО КОТЛАМ И СОСУДАМ ДАВЛЕНИЯ

СЕКЦИИ

- I Правила строительства энергетических котлов
- II Материалы
 - Часть А — Технические условия на черные металлы
 - Часть В — Технические условия на цветные металлы
 - Часть С — Технические условия на сварочные прутки, электроды и присадочные материалы
 - Часть D — Свойства (американская система мер)
 - Часть D — Properties (метрическая система мер)
- III Правила строительства компонентов для ядерной установки
 - Подсекция NCA — Общие требования к разделам 1 и 2
 - Раздел 1
 - Подсекция NB — Компоненты класса 1
 - Подсекция NC — Компоненты класса 2
 - Подсекция ND — Компоненты класса 3
 - Подсекция NE — Компоненты класса MC
 - Подсекция NF — Опоры
 - Подсекция NG — Опорные конструкции активной зоны
 - Подсекция NH — Компоненты класса 1 для работы при повышенных температурах
 - Приложения
 - Раздел 2 — Стандарт на бетонные контейнеры
 - Раздел 3 — Контейнеры для хранения и транспортировки отработанного топлива и высокорadioактивных материалов и отходов
- IV Правила строительства отопительных котлов
- V Неразрушающий контроль
- VI Рекомендуемые правила обслуживания и эксплуатации отопительных котлов
- VII Рекомендации по обслуживанию энергетических котлов
- IV Правила строительства сосудов давления
 - Раздел 1
 - Раздел 2 — Альтернативные правила
 - Раздел 3 — Альтернативные правила строительства сосудов высокого давления
- IX Квалификационная оценка сварки и пайки
- X Сосуды давления из волокнита
- XI Правила контроля компонентов ядерных энергетических установок в процессе эксплуатации
- XII Правила строительства и продолжительной эксплуатации транспортных цистерн

ДОПОЛНЕНИЯ

Ежегодно на разноцветных листах публикуются дополнения, в которых содержатся дополнительные и измененные материалы к отдельным Секциям Кода и которые автоматически рассылаются подписчикам соответствующих Секций до издания Кода 2010 г. Издание Кода 2007 г. имеется только в виде отдельных листов; соответственно, Дополнения будут издаваться в виде отдельных листов замены.

РАЗЪЯСНЕНИЯ

ASME публикует письменные ответы на запросы, касающиеся разъяснений технических аспектов Кода. Разъяснения для каждой отдельной Секции публикуются отдельно и включаются в состав этой Секции в качестве обновлений. Разъяснения Секции III, Разделов 1 и 2 включаются в качестве обновлений в Подсекцию NCA. Разъяснения Кода распространяются ежегодно в июле после выпуска

издания и последующих дополнений. Разъяснения, размещенные в январе на сайте www.cstools.asme.org/interpretations включаются в содержание документов, рассылаемых в июле.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ К КОДУ

Комитет по котлам и сосудам давления регулярно проводит заседания, на которых рассматривает предлагаемые дополнения и изменения к Коду и формулирует Технические решения, поясняющие применение существующих требований или обеспечивающие, если возникает срочная необходимость, нормы, относящиеся к материалам и конструкциям, не вошедшим в данный Код. Принятые Технические решения издаются специальной книгой «Технические решения к Стандарту 2007 г.»: «Котлы и сосуды давления» и «Ядерные компоненты». Дополнения автоматически рассылаются подписчикам этих книг вплоть до публикации Стандарта 2010 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	vii
Изложение принципов использования символа стандарта и разрешение на использование этого символа в рекламе	ix
Персонал	xi
Персонал, члены правления комитета AWS	xxiii
Представление технических запросов на рассмотрение	xxvii
Руководство по утверждению новых материалов сварки и пайки в соответствии со стандартом ASME по котлам и сосудам давления	xxix
Введение	xxxii
Сводный перечень изменений	c
Перечень изменений порядка номеров ВС	e
Технические условия	
SFA-5.01 Металлы присадочные. Руководство по поставке	1
SFA-5.1/SFA-5.1M Покрытые металлические электроды из углеродистой стали для дуговой сварки. Технические условия	11
SFA-5.2 Прутки для газовой сварки из углеродистой и низколегированной стали. Технические условия	51
SFA-5.3/SFA-5.3M Электроды для дуговой сварки из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия	59
SFA-5.4/SFA-5.4M Электроды для дуговой сварки из нержавеющей стали. Технические условия	73
SFA-5.5/SFA-5.5M Покрытые электроды из слаболегированной стали для дуговой сварки. Технические условия	105
SFA-5.6 Покрытые электроды из меди и медных сплавов для дуговой сварки. Технические условия	155
SFA-5.7 Сварочные голые электроды и присадочные прутки из меди и медных сплавов. Технические условия	175
SFA-5.8/SFA-5.8M Присадочные металлы для пайки твердым припоем и пайки-сварки. Технические условия	185
SFA-5.9/SFA-5.9M Технические условия на голые сварочные электроды и присадочные прутки из нержавеющей стали	213
SFA-5.10/SFA-5.10M Технические условия для голых сварочных электродов и прутков из чистого алюминия и алюминиевых сплавов	237
SFA-5.11/SFA-5.11M Электроды из никеля и никелевых сплавов для дуговой сварки покрытым электродом. Технические условия	263
SFA-5.12/SFA-5.12M Электроды из вольфрама и его сплавов для дуговой сварки и резки. Технические условия	293
SFA-5.13 Электроды для наплавки поверхности при дуговой сварке покрытым электродом. Технические условия	305
SFA-5.14/SFA-5.14M Голые сварочные электроды и прутки из никеля и никелевых сплавов. Технические условия	325
SFA-5.15 Электроды и присадочные прутки для сварки чугуна. Технические условия	345
SFA-5.16/SFA-5.16M Сварочные электроды и присадочные прутки из титана и титановых сплавов. Технические условия	363
SFA-5.17/SFA-5.17M Электроды для углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия	377
SFA-5.18/SFA-5.18M Электроды и прутки из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа. Технические условия	403
SFA-5.20/SFA-5.20M Электроды с флюсовой сердцевинкой из углеродистой стали для дуговой сварки. Технические условия	427
SFA-5.21 Голые электроды и прутки для наплавления поверхности. Технические условия	461
SFA-5.22 Электроды трубчатые с флюсовой сердцевинкой из нержавеющей стали для дуговой сварки и прутки присадочные с флюсовой сердцевинкой из нержавеющей стали для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Технические условия	485
SFA-5.23/SFA-5.23M Электроды из низколегированной стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия	521
SFA-5.24/SFA-5.24M Сварочные электроды и прутки из циркония и циркониевых сплавов. Технические условия	555
SFA-5.25/SFA-5.25M Электроды из углеродистой и низколегированной стали и флюсы для электрошлаковой сварки. Технические условия	565
SFA-5.26/SFA-5.26M Электроды из углеродистой и низколегированной стали для газоелектрической сварки. Технические условия	589
SFA-5.28/SFA-5.28M Электроды и присадочные прутки из низколегированной стали для дуговой сварки в среде защитного газа. Технические условия	613

SFA-5.29/SFA-5.29M	Электроды трубчатые с флюсовым сердечником из низколегированной стали для дуговой сварки. Технические условия	643
SFA-5.30	Плавкие вставки. Технические условия	681
SFA-5.31	Флюсы для пайки твердым припоем и пайки-сварки. Технические условия	699
SFA-5.32/SFA-5.32M	Защитные газы для сварки. Технические условия	709
ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ		
ПРИЛОЖЕНИЕ		
Приложение I	Стандартные единицы измерения физических величин, используемые в формулах.....	723

ПРЕДИСЛОВИЕ

Американское общество инженеров-механиков в 1911 г. создало комитет для разработки стандартных правил строительства паровых котлов и других сосудов давления. В настоящее время этот комитет называется Комитетом по котлам и сосудам давления.

Функцией Комитета является установление правил техники безопасности, относящихся исключительно к герметичности конструкций, которыми необходимо руководствоваться при строительстве котлов, сосудов давления, транспортных цистерн и элементов ядерных установок, при проверке герметичности элементов ядерных установок и транспортных цистерн в процессе эксплуатации, а также разъяснение этих правил при возникновении вопросов относительно их цели. В рамках настоящего стандарта не рассматриваются прочие вопросы безопасности, касающиеся строительства котлов, сосудов давления, транспортных цистерн и элементов ядерных установок, а также эксплуатационного контроля элементов ядерных установок и транспортных цистерн. Пользователю настоящего стандарта следует руководствоваться требованиями других применимых стандартов, законов, нормативных или иных документов. За редкими исключениями, из практических соображений правила не отражают вероятности и последствия возможного износа в ходе эксплуатации в связи с контактом с определенными рабочими средами или условиями окружающей среды. С учетом вышесказанного, Комитетом в рамках настоящей Секции стандарта утвержден широкий спектр правил строительства, что позволяет пользователю или его представителю выбрать те из них, которые позволят обеспечить достаточный запас прочности сосуда давления при конкретных условиях для достижения достаточного продолжительного срока безопасной эксплуатации. Соответственно, не предполагается использование настоящей Секции в качестве руководства по проектированию; напротив, при выборе набора правил в отношении конкретной области применения следует руководствоваться инженерной оценкой.

Настоящий Стандарт содержит обязательные требования, особые запреты и необязательные рекомендации для строительства.¹ В Стандарте не рассматриваются все аспекты строительства, но те аспекты, которые здесь не рассматриваются, нельзя считать запрещенными. Стандарт не является справочником и не может заменить обучения, опыта и конструкторских соображений. Словосочетание «*конструкторские соображения*» означает технические соображения, высказанные знающими конструкторами, имеющими опыт применения Стандарта. Конструкторские соображения должны согласовываться с философией Стандарта, но никогда нельзя отдавать им предпочтение

перед обязательными требованиями или особыми запретами, содержащимися в Стандарте.

Комитет признает, что средства и методики проектирования и анализа изменяются с развитием технологии и ожидает, что инженеры будут руководствоваться здравым смыслом в применении этих средств. Конструктор несет ответственность за выполнение требований правил Стандарта и демонстрацию соответствия приведенным в Стандарте уравнениям, если такие уравнения являются обязательными. Стандарт не требует и не запрещает применение компьютеров для проектирования или анализа элементов, конструируемых в соответствии с требованиями Стандарта. Тем не менее, конструктора и инженеры, пользующиеся компьютерными программами, должны учитывать, что они несут ответственность за все технические особенности программ, которыми они пользуются, а также за применение этих программ в проектировании.

Допуски в Стандарте полностью не рассматриваются. Если допуски для размеров, величин или других параметров не указаны, значения данных параметров считаются номинальными, а разрешенные допуски или местные отклонения могут считаться приемлемыми, если они основаны на конструкторских соображениях и стандартных методах, определяемых конструктором.

Комитет по котлам и сосудам давления занимается проблемами обслуживания и контроля эксплуатируемых котлов и сосудов давления в той степени, в какой предлагаемые правила служат для оказания практической помощи владельцам и их инспекторам.

Правила, установленные Комитетом, нельзя рассматривать как утверждение, рекомендацию или одобрение какой-либо патентованной или специальной конструкции, или как ограничение изготовителя в выборе способа проектирования или формы конструкций, соответствующих правилам Стандарта.

Комитет по котлам и сосудам давления регулярно собирается для пересмотра правил, введения новых правил, вызванных технологическими достижениями, анализа Технических решений к Стандарту и запросов на разъяснения. Только Комитет по котлам и сосудам давления имеет право давать официальные разъяснения настоящего Стандарта. Запросы на пересмотр, новые правила, Технические решения к Стандарту или разъяснения нужно направлять в секретариат в письменном виде с указанием всех подробностей, чтобы они были изучены и в их отношении были приняты решения (см. «Обязательное приложение по подготовке технических запросов»). Предлагаемые изменения Стандарта по результатам запросов передаются в Главный комитет для принятия соответствующего решения. Решение Главного комитета вступает в силу только после его подтверждения Комитетом путем письменного голосования и утверждения ASME.

¹ Термин «*строительство*» в данном Предисловии является всеобъемлющим термином, включающим материалы, проектирование, изготовление, проверку, контроль, испытания, сертификацию и ограничение давления.

Предлагаемые изменения Стандарта, утвержденные Комитетом, передаются в Американский национальный институт стандартов и публикуются в <http://cstools.asme.org/csconnect/public/index.cfm?PublicReview=Revisions> для того, чтобы получить замечания от всех заинтересованных лиц. После истечения срока, отведенного на изучение общественностью и окончательное утверждение ASME, эти изменения ежегодно публикуются в качестве Дополнений к Стандарту.

Технические решения к Стандарту могут использоваться при строительстве элементов, которые должны быть замаркированы символом Стандарта ASME, начиная с даты их утверждения ASME.

После того, как изменения Стандарта утверждены ASME, они могут использоваться, начиная с даты публикации, указанной в Дополнении. Изменения, за исключением изменений технических условий (ТУ) на материалы в Секции II, Части А и В, становятся обязательными через 6 месяцев с момента публикации, за исключением котлов и сосудов давления, контракты на поставку которых были заключены до окончания этого шестимесячного периода. Изменения ТУ на материалы предлагаются Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM) и другими признанными национальными или международными организациями и обычно принимаются ASME. Однако эти изменения могут оказывать (но могут и не оказывать) влияния на пригодность материалов, изготовленных в соответствии с ранними изданиями ТУ, для применения в конструкциях ASME. ТУ ASME на материалы, утвержденные для использования в каждом строительном Стандарте, перечислены в Руководстве по применению действующих изданий ASTM в Секции II, Части А и В. В этом Руководстве для каждого ТУ приведено самое последнее издание, принятое ASME, а также более ранние и более поздние издания, которые ASME считает идентичными для строительства по правилам ASME.

Комитет по котлам и сосудам давления при формулировании своих правил и при установлении максимального расчетного и рабочего давления учитывает материалы, конструкцию, методы изготовления, контроля и устройства обеспечения безопасности.

Комитет не предписывает, должен ли элемент строиться согласно положениям Стандарта. Чтобы идентифицировать элементы и параметры, рассмотренные Комитетом при формулировании правил Стандарта, была установлена область применения для каждой Секции.

Вопросы или разногласия, касающиеся соответствия конкретного элемента правилам Стандарта, следует направлять Держателю сертификата ASME (изготовителю). Запросы, касающиеся разъяснений к Стандарту, следует

направлять в Комитет ASME по котлам и сосудам давления. В случае возникновения вопросов, касающихся неправильного применения символов стандарта ASME, необходимо уведомить об этом ASME.

Технические условия на материалы, приведенные в Секции II, являются идентичными или подобными ТУ, опубликованным ASTM, AWS и другими признанными национальными или международными организациями. Если в ТУ ASME на материал дана ссылка на документ ТУ, изданный не ASME, для которого есть аналог ТУ ASME, то эту ссылку следует интерпретировать как относящуюся к ТУ ASME на материал. Не все материалы, включенные в ТУ на материалы в Секции II, были приняты для использования в Стандарте. Использование ограничивается теми материалами и марками, которые приняты, по меньшей мере, в одной из других Секций данного Стандарта для применения в соответствии с правилами этой Секции. Все материалы, разрешенные этими Секциями и используемые при строительстве в рамках области применения этих правил, должны поставляться в соответствии с ТУ на материалы, приведенными в Секции II или упоминаемыми в Приложениях А Секции II, Части А и В, если в Технических решениях к Стандарту или соответствующей Секции Стандарта не оговаривается иное. Материалы, охваченные этими ТУ, приемлемы для использования в изделиях, предусмотренных Секциями данного Стандарта, только в той мере, в которой это указано в применяемой Секции. Материалы, включенные в данный Стандарт, предпочтительно заказывать, изготавливать и документировать на этой основе; в Приложении А к Секции II, Часть А, и Приложении А к Секции II, Часть В, перечисляются издания ASME и года издания ТУ, отвечающих требованиям ASME, которые могут использоваться при строительстве по правилам Стандарта. Материал, изготовленный в соответствии с приемлемыми ТУ, требования которых отличаются от требований соответствующих ТУ, перечисленных в Приложении А Части А или В, может также использоваться в соответствии с вышеизложенным при условии, что изготовитель материала или сосуда удостоверит соответствие этого материала требованиям ТУ, перечисленным в Приложении А Части А или В, свидетельством, приемлемым для Уполномоченного инспектора. Применение материала, изготовленного в соответствии с приемлемыми ТУ на материалы, не ограничивается страной происхождения.

В зависимости от контекста данной Секции, единственное число может рассматриваться как множественное и наоборот; а женский, мужской и средний род следует использовать так, как это необходимо по тексту.

ИЗЛОЖЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИМВОЛА СТАНДАРТА И РАЗРЕШЕНИЕ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТОГО СИМВОЛА В РЕКЛАМЕ

ASME установило процедуры, разрешающие уполномоченным организациям выполнять различные виды работ в соответствии с требованиями Стандарта ASME по котлам и сосудам давления. Задачей Американского общества инженеров-механиков является обеспечение признания организаций, получивших разрешение. Организация, получившая разрешение на выполнение различных видов деятельности в соответствии с требованиями Стандарта, может описывать свои возможности в рекламных изданиях.

Организациям, которые получили разрешение на использование символа Стандарта для маркировки изделий или конструкций, построенных и испытанных в соответствии с требованиями Стандарта ASME по котлам и сосудам давления, выдаются соответствующие Сертификаты. Общество поставило своей целью поддерживать статус символа Стандарта на благо потребителей, исполнительных органов и держателей символов, которые выполняют все требования.

С учетом этих задач приняты следующие принципы использования факсимильного изображения символов, сертификатов и ссылок на Стандарт в рекламе. Американское общество инженеров-механиков не занимается утверждением,

сертификацией, оценкой или одобрением изделий, конструкций или видов работ, поэтому не следует делать каких-либо прямых или косвенных заявлений на подобную тему. Если организация получила разрешение на использование символа Стандарта и (или) Сертификата, то она может указывать в рекламных изданиях, что изделия, конструкции и (или) виды работ построены (изготовлены или выполнены) в соответствии с требованиями Стандарта ASME по котлам и сосудам давления, или отвечают требованиям Стандарта ASME по котлам и сосудам давления.

Символ ASME следует использовать только на клеймах и табличках, как установлено в Стандарте. Вместе с тем, можно использовать факсимиле в целях подтверждения разрешения на использование конструкции. Ассоциации или общества и держатель символа Стандарта могут также использовать факсимиле для рекламы, чтобы показать, какие именно изделия будут нести этот символ. Общее использование разрешается только в тех случаях, когда все изделия изготовителя соответствуют правилам Стандарта.

Логотип ASME, представляющий собой лист клевера с надписью «ASME» внутри него, не должен использоваться никакой другой организацией, кроме ASME.

ИЗЛОЖЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКИРОВКИ ASME ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

В Стандарте ASME по котлам и сосудам давления содержатся правила строительства котлов, сосудов давления и ядерных компонентов. Они включают в себя требования к материалам, проектированию, изготовлению, проверке, контролю и клеймению. Изделия, сконструированные в соответствии со всеми применимыми правилами Стандарта, маркируются клеймом с официальным символом Стандарта, описанным в основной Секции Стандарта.

Такие маркировки, как «ASME», «Стандарт ASME» или любые другие маркировки с использованием надписи «ASME», а также различные символы

Стандарта не разрешается использовать на изделии, изготовленном не в соответствии со всеми действующими требованиями Стандарта.

Не разрешается указывать изделия на бланке отчета ASME или любых других бланках с надписью ASME, которые подразумевают выполнение всех требований Стандарта, если они не были выполнены на самом деле. Бланки отчета об изделиях, которые не полностью соответствуют требованиям ASME, не должны иметь надписи «ASME», в противном случае на бланках нужно указать все отступления от требований ASME.

ПЕРСОНАЛ

Комитет ASME по котлам и сосудам давления, подкомитеты, подгруппы и рабочие группы

A08

По состоянию на 1 января 2008 года

ГЛАВНЫЙ КОМИТЕТ

J. G. Feldstein, <i>председатель</i>	D. F. Landers
T. P. Pastor, <i>зам. председателя</i>	W. M. Lundy
J. S. Brzuszkiewicz, <i>начальник секретариата</i>	J. R. MacKay
R. W. Barnes	U. R. Miller
R. J. Basile	P. A. Molvie
J. E. Batey	C. C. Neely
D. L. Berger	W. E. Norris
M. N. Bressler	G. C. Park
D. A. Canonico	M. D. Rana
R. P. Deubler	B. W. Roberts
D. A. Douin	F. J. Schaaf, Jr.
R. E. Gimple	A. Selz
M. Gold	R. W. Swayne
T. E. Hansen	D. E. Tanner
C. L. Hoffmann	F. B. Kovacs, <i>кандидат в члены</i>
G. G. Karcher	K. Oyamada, <i>представитель</i>
	T. Tahara, <i>представитель</i>

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ (ГЛАВНЫЙ КОМИТЕТ)

T. P. Pastor, <i>председатель</i>	P. D. Edwards
J. G. Feldstein, <i>зам. председателя</i>	M. Gold
J. S. Brzuszkiewicz, <i>начальник секретариата</i>	G. G. Karcher
R. W. Barnes	G. C. Park
D. L. Berger	A. Selz
	D. E. Tanner

ПОЧЕТНЫЕ ЧЛЕНЫ (ГЛАВНЫЙ КОМИТЕТ)

F. P. Barton	M. H. Jawad
R. D. Bonner	A. J. Justin
R. J. Bosnak	E. L. Kemmler
R. J. Cepulich	W. G. Knecht
L. J. Chockie	J. LeCoff
T. M. Cullen	T. G. McCarty
W. D. Doty	G. C. Millman
J. R. Farr	R. A. Moen
G. E. Feigel	R. F. Reedy
R. C. Griffin	W. E. Somers
O. F. Hedden	K. K. Tam
E. J. Hemzy	L. P. Zick, Jr.

КОМИТЕТ ПО НАГРАДАМ И ПООЩЕНИЯМ

M. Gold, <i>председатель</i>	W. L. Haag, Jr.
F. E. Gregor, <i>зам. председателя</i>	S. F. Harrison, Jr.
D. R. Sharp, <i>начальник секретариата</i>	R. M. Jessee
R. J. Basile	W. C. LaRochelle
J. E. Batey	T. P. Pastor
D. L. Berger	A. Selz
J. G. Feldstein	R. R. Stevenson

МОРСКАЯ СОГЛАСИТЕЛЬНАЯ ГРУППА

H. N. Patel, <i>председатель</i>	P. E. Little
L. W. Douthwaite	R. J. Petow

КОМИТЕТ ПО КОНФЕРЕНЦ-СВЯЗИ

D. A. Douin — Иллинойс (<i>председатель</i>)	R. A. Coomes — Кентукки
R. D. Reetz — Северная Дакота (<i>зам. председателя</i>)	D. Eastman — Ньюфаундленд и Лабрадор, Канада
D. E. Tanner — Огайо (<i>секретарь</i>)	G. L. Ebeyer — Луизиана
R. J. Aben, Jr. — Мичиган	J. M. Given, Jr. — Северная Каролина
J. S. Aclaro — Калифорния	J. E. Guerra — Аризона
A. E. Adkins — Зап. Вирджиния	R. J. Handy — Кентукки
J. T. Amato — Миннесота	J. B. Harlan — Делавер
E. A. Anderson — Иллинойс	K. Hynes — остров Принца Эдуарда, Канада
F. R. Andrus — Орегон	D. T. Jagger — Огайо
B. P. Anthony — Род-Айленд	D. J. Jenkins — Канзас
R. D. Austin — Аризона	A. P. Jones — Техас
E. W. Bachellier — Нунавут, Канада	S. Katz — Британская Колумбия, Канада
M. M. Barber — Мичиган	M. R. Klosterman — Айова
R. W. Bartlett — Аризона	M. Kotb — Квебек, Канада
F. P. Barton — Вирджиния	B. Krasian — Саскачеван, Канада
M. Bishop — Британская Колумбия, Канада	K. T. Lau — Альберта, Канада
L. Blair — Небраска	M. A. Malek — Флорида
W. K. Brigham — Нью-Гемпшир	G. F. Mankel — Невада
D. E. Burns — Небраска	R. D. Marvin II — Вашингтон
J. H. Burpee — Мэн	I. W. Mault — Манитоба, Канада
C. J. Castle — Новая Шотландия, Канада	H. T. McEwen — Миссисипи
D. C. Cook — Калифорния	

КОМИТЕТ ПО КОНФЕРЕНЦ-СВЯЗИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

T. J. Monroe — Оклахома	D. E. Ross — Нью-Брансвик, Канада
M. F. Mooney — Массачусетс	K. A. Rudolph — Гавайи
F. Musuta — Онтарио, Канада	G. Scribner — Миссури
G. R. Myrick — Арканзас	R. K. Sturm — Юта
Y. Nagpaul — Гавайи	N. Surtees — Саскачеван, Канада
W. R. Owens — Луизиана	M. R. Toth — Теннесси
T. M. Parks — Огайо	M. J. Verhagen — Висконсин
R. P. Pate — Алабама	P. L. Vescio, Jr. — Нью-Йорк
J. D. Payton — Пенсильвания	M. Washington — Нью-Джерси
M. R. Peterson — Аляска	K. L. Watson — Миссисипи
H. D. Pfaff — Южная Дакота	R. B. West — Айова
J. L. Pratt — Миссури	M. J. Wheel — Вермонт
D. C. Price — Территория Юкон, Канада	D. J. Willis — Индиана
R. S. Pucek — Висконсин	E. Zarate — Аризона
M. D. Ramirez — Флорида	

ПРОЕКТНАЯ ГРУППА BPV ПО ВОДОРОДНЫМ СОСУДАМ

M. D. Rana, <i>председатель</i>	R. C. Biel, <i>член-корреспондент</i>
G. M. Eisenberg, <i>начальник секретариата</i>	J. Birdsall, <i>член-корреспондент</i>
F. L. Brown	J. Cameron, <i>член-корреспондент</i>
D. A. Canonico	M. Duncan, <i>член-корреспондент</i>
D. C. Cook	D. R. Frikken, <i>член-корреспондент</i>
J. W. Felbaum	L. E. Hayden, Jr., <i>член-корреспондент</i>
B. D. Hawkes	K. T. Lau, <i>член-корреспондент</i>
T. Joseph	K. Oyamada, <i>член-корреспондент</i>
N. L. Newhouse	C. H. Rivkin, <i>член-корреспондент</i>
G. B. Rawls, Jr.	C. San Marchi, <i>член-корреспондент</i>
B. F. Shelley	B. Somerday, <i>член-корреспондент</i>
J. R. Sims, Jr.	
N. Sirosh	
J. H. Smith	
S. Staniszewski	
T. Tahara	
D. W. Treadwell	
E. Uptis	
C. T. L. Webster	
L. Wolpert	

ГРУППА РАССМОТРЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ

V. Felix	C. Minu
Y.-G. Kim	Y.-W. Park
W. Lin	R. Reynaga
O. F. Manafa	P. Williamson

ПОДКОМИТЕТ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОТЛАМ (SC I)

D. L. Berger, <i>председатель</i>	W. L. Lowry
B. W. Roberts, <i>зам. председателя</i>	J. R. MacKay
U. D'Urso, <i>начальник секретариата</i>	F. Massi
S. W. Cameron	T. C. McGough
D. A. Canonico	R. E. McLaughlin
K. K. Coleman	P. A. Molvie
P. D. Edwards	Y. Oishi
J. G. Feldstein	J. T. Pillow
J. D. Fishburn	R. D. Schueler, Jr.
T. E. Hansen	J. P. Swezy, Jr.
J. F. Henry	J. M. Tanzosh
J. S. Hunter	R. V. Wielgoszinski
C. F. Jeerings	D. J. Willis
J. P. Libbrecht	G. Ardizzoia, <i>представитель</i>

Почетные члены (SC I)

D. N. French	R. L. Williams
W. E. Somers	

Подгруппа по проектированию (SC I)

P. A. Molvie, <i>председатель</i>	B. W. Moore
G. L. Hiler, <i>секретарь</i>	R. D. Schueler, Jr.
J. D. Fishburn	J. L. Seigle
J. P. Glaspie	J. P. Swezy, Jr.
C. F. Jeerings	S. V. Torkildson
G. B. Komora	J. Vattappilly
J. P. Libbrecht	G. Ardizzoia, <i>представитель</i>
J. C. Light	

Подгруппа по изготовлению и контролю (SC I)

J. T. Pillow, <i>председатель</i>	C. T. McDaris
G. W. Galanes, <i>секретарь</i>	T. C. McGough
J. L. Arnold	R. E. McLaughlin
D. L. Berger	Y. Oishi
S. W. Cameron	J. P. Swezy, Jr.
J. Hainsworth	R. V. Wielgoszinski
T. E. Hansen	

Подгруппа по общим требованиям (SC I)

R. E. McLaughlin, <i>председатель</i>	E. M. Ortman
F. Massi, <i>секретарь</i>	J. T. Pillow
G. Cook	D. Tompkins
P. D. Edwards	S. V. Torkildson
T. E. Hansen	R. V. Wielgoszinski
W. L. Lowry	D. J. Willis
T. C. McGough	

Подгруппа по материалам (SC I)

B. W. Roberts, <i>председатель</i>	K. L. Hayes
J. S. Hunter, <i>секретарь</i>	J. F. Henry
D. A. Canonico	J. P. Libbrecht
K. K. Coleman	J. R. MacKay
P. Fallouey	F. Masuyama
J. D. Fishburn	J. M. Tanzosh
G. W. Galanes	

Подгруппа по трубопроводам (SC I)

T. E. Hansen, <i>председатель</i>	W. L. Lowry
D. Tompkins, <i>секретарь</i>	F. Massi
D. L. Berger	T. C. McGough
P. D. Edwards	E. A. Whittle
G. W. Galanes	

Исследовательская группа по теплоутилизационным парогенераторам (SC I)

T. E. Hansen, <i>председатель</i>	B. W. Moore
E. M. Ortman, <i>секретарь</i>	A. L. Plumley
R. W. Anderson	R. D. Schueler, Jr.
J. P. Bell	J. C. Steverman, Jr.
L. R. Douglas	S. R. Timko
J. D. Fishburn	D. Tompkins
G. B. Komora	S. V. Torkildson
J. P. Libbrecht	B. C. Turczynski
D. L. Marriott	E. A. Turhan

ПОДКОМИТЕТ ПО МАТЕРИАЛАМ (SC II)

J. F. Henry, <i>председатель</i>	M. Katcher
M. Gold, <i>зам. председателя</i>	P. A. Larkin
N. Lobo, <i>начальник секретариата</i>	F. Masuyama
F. Abe	R. K. Nanstad
D. C. Agarwal	M. L. Nayyar
W. R. Apblett, Jr.	E. G. Nisbett
A. Appleton	D. W. Rahoi
M. N. Bressler	B. W. Roberts
H. D. Bushfield	E. Shapiro
J. Cameron	M. H. Skillingberg
D. A. Canonico	R. C. Sutherlin
A. Chaudouet	R. W. Swindeman
P. Fallouey	J. M. Tanzosh
D. W. Gandy	B. E. Thurgood
M. H. Gilkey	D. Kwon, <i>представитель</i>
J. F. Grubb	O. Oldani, <i>представитель</i>
C. L. Hoffmann	

Почетные члены (SC II)

A. P. Ahrendt	J. J. Heger
T. M. Cullen	G. C. Hsu
R. Dirscherl	R. A. Moen
W. D. Doty	C. E. Spaeder, Jr.
W. D. Edsall	A. W. Zeuthen

Подгруппа по внешнему давлению (SC II и SC-D)

R. W. Mikiitka, <i>председатель</i>	M. Katcher
J. A. A. Morrow, <i>секретарь</i>	D. L. Kurlle
L. F. Campbell	E. Michalopoulos
D. S. Griffin	D. Nadel
J. F. Grubb	C. H. Sturgeon

Подгруппа по ТУ на черные материалы (SC II)

E.G. Nisbett, <i>председатель</i>	L. J. Lavezzi
A. Appleton, <i>зам. председателя</i>	W. C. Mack
R. M. Davison	J. K. Mahaney
B. M. Dingman	R. J. Marciniac
M. J. Dosdourian	A. S. Melilli
T. Graham	K. E. Ori
J. F. Grubb	E. Upitis
K. M. Hottle	R. Zawierucha
D. S. Janikowski	A. W. Zeuthen
D. C. Krouse	

Подгруппа по международным ТУ на материалы (SC II)

W. M. Lundy, <i>председатель</i>	D. O. Henry
A. Chaudouet, <i>зам. председателя</i>	M. Higuchi
D. Dziubinski, <i>секретарь</i>	H. Lorenz
D. C. Agarwal	A. R. Nywening
H. D. Bushfield	R. D. Schueler, Jr.
D. A. Canonico	E. Upitis
P. Fallouey	D. Kwon, <i>представитель</i>
A. F. Garbolevsky	O. Oldani, <i>представитель</i>

Подгруппа по сплавам цветных металлов (SC II)

M. Katcher, <i>председатель</i>	P. A. Larkin
R. C. Sutherlin, <i>секретарь</i>	H. Matsuo
D. C. Agarwal	J. A. McMaster
W. R. Apblett, Jr.	D. T. Peters
H. D. Bushfield	D. W. Rahoi
M. H. Gilkey	E. Shapiro
J. F. Grubb	M. H. Skillingberg
A. Heino	D. Tyler
G. C. Hsu	R. Zawierucha
J. Kissell	

Подгруппа по прочности черных сплавов (SC II)

C. L. Hoffmann, <i>председатель</i>	F. Masuyama
J. M. Tanzosh, <i>секретарь</i>	H. Matsuo
F. Abe	H. Murakami
W. R. Apblett, Jr.	D. W. Rahoi
D. A. Canonico	B. W. Roberts
K. K. Coleman	M. S. Shelton
P. Fallouey	J. P. Shingledecker
M. Gold	R. W. Swindeman
J. F. Henry	B. E. Thurgood
K. Kimura	T. P. Vassallo, Jr.

Подгруппа по физическим характеристикам (SC II)

J. F. Grubb, <i>председатель</i>	P. Fallouey
D. C. Agarwal	E. Shapiro
H. D. Bushfield	

Подгруппа по прочности сварных конструкций (SC II и SC IX)

J. M. Tanzosh, <i>председатель</i>	J. F. Henry
W. F. Newell, Jr., <i>секретарь</i>	D. W. Rahoi
K. K. Coleman	B. W. Roberts
P. D. Flenner	J. P. Shingledecker
D. W. Gandy	W. J. Sperko
K. L. Hayes	B. E. Thurgood

Подгруппа по жесткости (SC II и SC VIII)

W. S. Jacobs, <i>председатель</i>	C. C. Neely
J. L. Arnold	T. T. Phillips
R. J. Basile	M. D. Rana
J. Cameron	F. L. Richter
H. E. Gordon	D. A. Swanson
D. C. Lamb	E. Upitis
K. Mokhtarian	K. Oyamada, <i>представитель</i>

Специальная рабочая группа по неметаллическим материалам (SC II)

C. W. Rowley, <i>председатель</i>	P. S. Hill
F. L. Brown	M. R. Kessler
S. R. Frost	J. W. Wegner
M. Golliet	F. Worth

ПОДКОМИТЕТ ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ (SC III)

R. W. Barnes, <i>председатель</i>	D. F. Landers
R. M. Jessee, <i>зам. председателя</i>	W. C. LaRochelle
C. A. Sanna, <i>начальник секретариата</i>	K. A. Manoly
W. H. Borter	E. A. Mayhew
M. N. Bressler	W. N. McLean
T. D. Burcheli	M. N. Mitchell
J. R. Cole	D. K. Morton
R. E. Comman, Jr.	O. O. Oyamada
R. P. Deubler	R. F. Reedy
B. A. Erler	B. B. Scott
G. M. Foster	J. D. Stevenson
R. S. Hill III	K. R. Wichman
C. L. Hoffmann	Y. H. Choi, <i>представитель</i>
C. C. Kim	T. Ius, <i>представитель</i>
V. Kostarev	

Почетные члены (SC III)

R. J. Bosnak	F. R. Drahos
E. B. Branch	R. A. Moen
W. D. Doty	C. J. Pieper

Подгруппа по системам изоляции для транспортирования высокорadioактивных отходов (SC III)

G. M. Foster, <i>председатель</i>	I. D. McInnes
G. J. Solovey, <i>зам. председателя</i>	A. B. Meichler
D. K. Morton, <i>секретарь</i>	R. E. Nickell
G. Bjorkman	E. L. Pleins
W. H. Borter	T. Saegusa
G. R. Cannell	H. P. Shrivastava
E. L. Farrow	N. M. Simpson
J. L. Gorczyca	R. H. Smith
R. S. Hill III	J. D. Stevenson
D. W. Lewis	C. J. Temus
C. G. May	A. D. Watkins
P. E. McConnell	

Подгруппа по проектированию (SC III)

R. P. Deubler, <i>председатель</i>	D. F. Landers
R. S. Hill III, <i>зам. председателя</i>	K. A. Manoly
A. N. Nguyen, <i>секретарь</i>	R. J. Masterson
T. M. Adams	W. N. McLean
M. N. Bressler	J. C. Minichiello
C. W. Bruny	M. Morishita
D. L. Caldwell	F. F. Naguib
J. R. Cole	T. Nakamura
R. E. Comman, Jr.	E. L. Pleins
A. A. Dermenjian	I. Saito
P. Hirschberg	G. C. Slagis
R. I. Jetter	J. D. Stevenson
R. B. Keating	J. P. Tucker
J. F. Kielb	K. R. Wichman
H. Kobayashi	T. Ius, <i>представитель</i>

Рабочая группа по опорам (SG-D) (SC III)

R. J. Masterson, <i>председатель</i>	I. Saito
F. J. Birch, <i>секретарь</i>	J. R. Stinson
U. S. Bandyopadhyay	T. G. Terryah
R. P. Deubler	D. V. Walshe
W. P. Golini	C.-I. Wu
A. N. Nguyen	

Рабочая группа по опорным конструкциям активной зоны (SG-D) (SC III)

J. F. Kielb, <i>председатель</i>	J. T. Land
F. G. Al-Chammas	J. F. Mullooly

Рабочая группа по методам проектирования (SG-D)

R. B. Keating, <i>председатель</i>	D. F. Landers
M. K. Au-Yang	W. S. Lapay
M. Basol	H. Lockert
R. D. Blevins	J. F. McCabe
D. L. Caldwell	A. N. Nguyen
H. T. Harrison III	S. Snow
M. Hartzman	J. D. Stevenson
P. Hirschberg	T. M. Wiger
H. Kobayashi	J. Yang

Рабочая группа по проектированию герметичных сосудов Раздела 3 (SG-D) (SC III)

E. L. Pleins, <i>председатель</i>	J. C. Minichiello
G. Bjorkman	D. K. Morton
J. L. Gorczyca	R. E. Nickell
D. W. Lewis	H. P. Shrivastava
I. D. McInnes	C. J. Temus

Рабочая группа по трубопроводам (SG-D) (SC III)

P. Hirschberg, <i>председатель</i>	D. F. Landers
R. C. Fung, <i>секретарь</i>	J. F. McCabe
G. A. Antaki	J. C. Minichiello
C. Basavaraju	A. N. Nguyen
J. Catalano	R. D. Patel
J. R. Cole	E. C. Rodabaugh
R. J. Gurdal	N. J. Shah
R. W. Haupt	M. S. Sills
J. Kawahata	G. C. Slagis
R. B. Keating	E. A. Wais
V. Kostarev	C.-I. Wu

Рабочая группа по вероятностным методам в проектировании (SG-D) (SC III)

R. S. Hill III, <i>председатель</i>	S. D. Kulat
T. Asayama	A. McNeill III
B. M. Ayyub	P. J. O'Regan
T. A. Bacon	N. A. Palm
C. Basavaraju	I. Saito
A. A. Dermenjian	M. E. Schmidt
M. R. Graybeal	J. P. Tucker
D. O. Henry	R. M. Wilson

Рабочая группа по насосам (SG-D) (SC III)

R. E. Comman, Jr., <i>председатель</i>	C. J. Jerz
M. D. Eftychiou	J. W. Leavitt
A. A. Fraser	J. E. Livingston
R. Ghanbari	J. R. Rajan
M. Higuchi	A. G. Washburn

Рабочая группа по клапанам (SG-D) (SC III)

J. P. Tucker, <i>председатель</i>	J. D. Page
G. A. Jolly	S. N. Shields
W. N. McLean	H. R. Sonderegger
T. A. McMahon	J. C. Tsacoyeanes

Рабочая группа по сосудам (SG-D) (SC III)

F. F. Naguib, <i>председатель</i>	A. Kalnins
G. K. Miller, <i>секретарь</i>	R. B. Keating
C. W. Bruny	K. Matsunaga
G. D. Cooper	D. E. Matthews
M. Hartzman	M. Nakahira
W. J. Heilker	R. M. Wilson

Специальная рабочая группа по воздействию на окружающую среду (SG-D) (SC III)

W. Z. Novak, <i>председатель</i>	C. L. Hoffmann
R. S. Hill III	Y. H. Choi, <i>представитель</i>

Подгруппа по общим требованиям (SC III и SC 3C)

W. C. LaRochelle, <i>председатель</i>	R. D. Mile
A. Appleton, <i>секретарь</i>	M. R. Minick
J. R. Berry	B. B. Scott
J. V. Gardiner	H. K. Sharma
W. P. Golini	W. K. Sowder, jr.
G. L. Hollinger	D. M. Vickery
C. A. Lizotte	D. V. Walshe
E. A. Mayhew	H. Michael, <i>представитель</i>
R. P. McIntyre	

Подгруппа по материалам, изготовлению и контролю (SC III)

C. L. Hoffmann, <i>председатель</i>	H. Murakami
G. P. Milley, <i>секретарь</i>	M. Nakahira
W. H. Borter	N. M. Simpson
D. M. Doyle	W. J. Sperko
G. M. Foster	J. R. Stinson
G. B. Georgiev	K. B. Stuckey
R. M. Jessee	A. D. Watkins
C. C. Kim	H. Michael, <i>представитель</i>
M. Lau	

Подгруппа по ограничению давления (SC III)

S. F. Harrison, Jr., <i>председатель</i>	A. L. Szeglin
J. F. Ball	D. C. Thibault
E. M. Petrosky	

Подгруппа по стратегии и менеджменту (SC III, Разделы 1 и 2)

R. W. Barnes, <i>председатель</i>	J. M. Helmey
C. A. Sanna, <i>начальник секретариата</i>	M. F. Hessheimer
J. R. Cole, <i>секретарь</i>	R. S. Hill III
B. K. Bobo	E. V. Imbro
N. Broom	R. M. Jessee
B. A. Erler	R. F. Reedy
C. M. Faigy	Y. Urabe

Специальная рабочая группа по редактированию и рецензированию (SC III)

R. F. Reedy, <i>председатель</i>	R. P. Deubler
W. H. Borter	B. A. Erler
M. N. Bressler	W. C. LaRochelle
D. L. Caldwell	J. D. Stevenson

Специальная рабочая группа по полиэтиленовым трубам (SC III)

D. F. Landers, <i>председатель</i>	P. Krishnaswamy
J. C. Minichiello, <i>секретарь</i>	K. A. Manoly
T. M. Adams	E. W. McElroy
G. A. Antaki	D. P. Munson
C. Basavaraju	L. J. Petroff
D. Burwell	C. W. Rowley
J. M. Craig	F. J. Schaaf, Jr.
R. R. Croft	D. M. Vickery
M. Golliet	

Проектная группа по компонентам графитных заполнителей (SC III)

T. D. Burchell, <i>председатель</i>	G. O. Hayner
C. A. Sanna, <i>начальник секретариата</i>	M. P. Hindley
R. L. Bratton	M. N. Mitchell
S.-H. Chi	N. N. Nemeth
M. W. Davies	T. Oku
S. W. Doms	T. Shibata
S. F. Duffy	M. Srinivasan
O. Gelineau	

ОБЪЕДИНЕННЫЙ КОМИТЕТ АСИ-ASME ПО БЕТОННЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК (SC 3C)

T. C. Inman, <i>председатель</i>	G. A. Harstead
A. C. Eberhardt, <i>зам. председателя</i>	M. F. Hessheimer
C. A. Sanna, <i>начальник секретариата</i>	T. E. Johnson
N. Alchaar	O. Jovall
T. D. Al-Shawaf	N.-H. Lee
J. F. Artuso	B. B. Scott
H. G. Ashar	R. E. Shewmaker
B. A. Erler	J. D. Stevenson
F. Farzam	A. Y. C. Wong
P. S. Ghosal	M. R. Senecal, <i>член-корреспондент</i>
J. Gutierrez	
J. K. Harrold	

ПОДКОМИТЕТ ПО ОТОПИТЕЛЬНЫМ КОТЛАМ (SC IV)

P. A. Molvie, <i>председатель</i>	B. W. Moore
G. Moino, <i>начальник секретариата</i>	E. A. Nordstrom
T. L. Bedeaux	T. M. Parks
J. Calland	J. L. Seigle
J. P. Chicoine	R. V. Wielgoszinski
C. M. Dove	F. P. Barton, <i>почетный член</i>
W. L. Haag, Jr.	R. H. Weigel, <i>почетный член</i>
J. A. Hall	H. Michael, <i>представитель</i>
D. J. Jenkins	
K. M. McTague	

Подгруппа по обслуживанию и эксплуатации отопительных котлов (SC IV)

T. L. Bedeaux	P. A. Molvie
K. M. McTague	

Подгруппа по чугунным котлам (SC IV)

K. M. McTague, <i>председатель</i>	A. P. Jones
T. L. Bedeaux	V. G. Kleffis
J. P. Chicoine	J. Kless
B. G. French	P. A. Larkin
J. A. Hall	E. A. Nordstrom

Подгруппа по материалам (SC IV)

P. A. Larkin, <i>председатель</i>	J. Kliess
J. A. Hall	J. L. Seigle
A. Heino	

Подгруппа по водонагревателям (SC IV)

W. L. Haag, Jr., <i>председатель</i>	K. M. McTague
J. Calland	O. A. Missoum
B. G. French	F. J. Schreiner
T. D. Gantt	M. A. Taylor
A. P. Jones	T. E. Trant

Подгруппа по сварным котлам (SC IV)

T. L. Bedeaux, <i>председатель</i>	E. A. Nordstrom
J. Calland	J. L. Seigle
C. M. Dove	R. V. Wielgoszinski
B. G. French	H. Michael, <i>представитель</i>
A. P. Jones	

ПОДКОМИТЕТ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ (SC V)

J. E. Batey, <i>председатель</i>	F. J. Sattler
F. B. Kovacs, <i>зам. председателя</i>	B. H. Clark, Jr., <i>почетный член</i>
S. Vasquez, <i>начальник секретариата</i>	H. C. Graber, <i>почетный член</i>
S. J. Akrin	O. F. Hedden, <i>почетный член</i>
J. E. Aycock	J. R. MacKay, <i>почетный член</i>
M. M. Barber	T. G. McCarty, <i>почетный член</i>
A. S. Birks	G. M. Gatti, <i>представитель</i>
P. L. Brown	
N. Y. Faransso	
A. F. Garbolevsky	
G. W. Hembree	
R. W. Kruzic	

Подгруппа по общим требованиям, квалификационной оценке персонала и запросам (SC V)

F. B. Kovacs, <i>председатель</i>	G. W. Hembree
J. E. Batey	J. W. Houf
A. S. Birks	J. R. MacKay
N. Y. Faransso	J. P. Swezy, Jr.

Подгруппа по методам контроля поверхности (SC V)

A. S. Birks, <i>председатель</i>	G. W. Hembree
S. J. Akrin	R. W. Kruzic
P. L. Brown	F. J. Sattler
N. Y. Faransso	G. M. Gatti, <i>представитель</i>
N. A. Finney	

Подгруппа по методам объемного контроля (SC V)

G. W. Hembree, <i>председатель</i>	R. W. Hardy
S. J. Akrin	R. A. Kellerhall
J. E. Aycock	F. B. Kovacs
J. E. Batey	R. W. Kruzic
P. L. Brown	A. B. Nagel
N. Y. Faransso	F. J. Sattler
A. F. Garbolevsky	G. M. Gatti, <i>представитель</i>

Рабочая группа по акустическим эмиссиям (SG-VM) (SC V)

N. Y. Faransso, <i>председатель</i>	J. E. Batey
J. E. Aycock	

Рабочая группа по радиографическому контролю (SG-VM) (SC V)

F. B. Kovacs, <i>председатель</i>	R. W. Hardy
S. J. Akrin	G. W. Hembree
J. E. Aycock	R. W. Kruzic
J. E. Batey	R. J. Mills
P. L. Brown	A. B. Nagel
N. Y. Faransso	T. L. Plasek
A. F. Garbolevsky	D. E. Williams

Рабочая группа по ультразвуковому контролю (SG-VM) (SC V)

R. W. Kruzic, <i>председатель</i>	R. A. Kellerhall
J. E. Aycock	M. D. Moles
N. Y. Faransso	A. B. Nagel
N. A. Finney	F. J. Sattler
O. F. Hedden	

ПОДКОМИТЕТ ПО СОСУДАМ ДАВЛЕНИЯ (SC VIII)

T. P. Pastor, <i>председатель</i>	C. C. Neely
U. R. Miller, <i>зам. председателя</i>	T. W. Norton
S. J. Rossi, <i>начальник секретариата</i>	D. T. Peters
D. R. Sharp, <i>начальник секретариата</i>	M. J. Pischke
R. J. Basile	M. D. Rana
J. Cameron	G. B. Rawls, Jr.
D. B. Demichael	S. C. Roberts
J. P. Glaspie	C. D. Rodery
M. Gold	A. Selz
W. S. Jacobs	J. R. Sims, Jr.
G. G. Karcher	K. K. Tam
K. T. Lau	E. Uptis
J. S. Lee	E. L. Thomas, Jr., <i>почетный член</i>
R. Mahadeen	H. Michael, <i>представитель</i>
S. Malone	K. Oyamada, <i>представитель</i>
R. W. Mikitka	M. Papponetti, <i>представитель</i>
K. Mokhtarian	

Подгруппа по проектированию (SC VIII)

U. R. Miller, <i>председатель</i>	S. C. Roberts
M. D. Lower, <i>секретарь</i>	C. D. Rodery
O. A. Barsky	A. Selz
R. J. Basile	S. C. Shah
M. R. Breach	J. C. Sowinski
F. L. Brown	C. H. Sturgeon
J. R. Farr	D. A. Swanson
C. E. Hinnant	K. K. Tam
W. S. Jacobs	E. L. Thomas, Jr.
R. W. Mikitka	J. Vattappilly
K. Mokhtarian	R. A. Whipple
T. P. Pastor	K. Oyamada, <i>представитель</i>
M. D. Rana	M. Papponetti, <i>представитель</i>
G. B. Rawls, Jr.	

Подгруппа по изготовлению и контролю (SC VIII)

C. D. Rodery, <i>председатель</i>	J. S. Lee
J. L. Arnold	B. R. Morelock
L. F. Campbell	M. J. Pischke
H. E. Gordon	M. J. Rice
W. S. Jacobs	B. F. Shelley
D. J. Kreft	J. P. Swezy, Jr.
D. C. Lamb	K. Oyamada, <i>представитель</i>

Подгруппа по общим требованиям (SC VIII)

S. C. Roberts, <i>председатель</i>	C. C. Neely
D. B. Demichael, <i>секретарь</i>	A. S. Olivares
R. J. Basile	F. L. Richter
D. T. Davis	D. B. Stewart
J. P. Glaspie	D. A. Swanson
K. T. Lau	K. K. Tam
M. D. Lower	K. Oyamada, <i>представитель</i>

Подгруппа по теплообменному оборудованию (SC VIII)

R. Mahadeen, <i>председатель</i>	B. J. Lerch
G. Auriolles, <i>секретарь</i>	S. Mayeux
S. R. Babka	U. R. Miller
J. H. Barbee	T. W. Norton
O. A. Barsky	F. Osweiler
I. G. Campbell	R. J. Stastny
M. D. Clark	S. Yokell
J. I. Gordon	S. M. Caldwell, <i>почетный член</i>
M. J. Holtz	K. Oyamada, <i>представитель</i>
F. E. Jehrio	
D. L. Kurlie	

Подгруппа по сосудам высокого давления (SC VIII)

J. R. Sims, Jr., <i>председатель</i>	D. P. Kendall
S. Vasquez, <i>секретарь</i>	A. K. Khare
L. P. Antalffy	M. D. Mann
R. C. Biel	S. C. Mordre
D. J. Bums	G. J. Mraz
P. N. Chaku	H. N. Patel
R. D. Dixon	E. H. Perez
D. M. Fryer	D. T. Peters
A. H. Honza	E. D. Roll
M. M. James	F. W. Tatar
P. Jansson	S. Terada
J. A. Kapp	R. Wink
J. Keltjens	K. Oyamada, <i>представитель</i>

Подгруппа по материалам (SC VIII)

J. Cameron, <i>председатель</i>	E. G. Nisbett
E. E. Morgenegg, <i>секретарь</i>	D. W. Raho
D. C. Agarwal	R. C. Sutherland
J. F. Grubb	E. Upitis
M. Katcher	K. Oyamada, <i>представитель</i>
W. M. Lundy	

Специальная рабочая группа по оборудованию, работающему под давлением, с применением графитовых материалов (SC VIII)

S. Malone, <i>председатель</i>	M. R. Minick
U. D'Urso, <i>начальник секретариата</i>	E. Soltow
F. L. Brown	A. A. Stupica
B. Lukasch	

Специальная рабочая группа по сосудам высокого давления (SC VIII)

S. Vasquez, <i>начальник секретариата</i>

Исследовательская группа по сосудам, подверженным динамическим нагрузкам (SC VIII)

R. E. Nickell, <i>председатель</i>	J. E. Didlake, Jr.
G. A. Antaki	T. A. Duffey
D. D. Barker	R. Forgan
R. C. Biel	B. L. Haroldsen
D. W. Bowman	H. L. Heaton
D. L. Caldwell	E. A. Rodriguez
A. M. Clayton	J. R. Sims, Jr.

ПОДКОМИТЕТ ПО СВАРКЕ (SC IX)

J. G. Feidstein, <i>председатель</i>	B. R. Newmark
W. J. Sperko, <i>зам. председателя</i>	A. S. Olivares
J. D. Wendler, <i>начальник секретариата</i>	M. J. Pischke
D. A. Bowers	S. D. Reynolds, Jr.
R. K. Brown, Jr.	M. J. Rice
M. L. Carpenter	M. B. Sims
L. P. Connor	G. W. Spohn III
P. D. Flenner	M. J. Stanko
R. M. Jessee	P. L. Van Fosson
J. S. Lee	R. R. Young
W. M. Lundy	

Подгруппа по пайке (SC IX)

M. J. Pischke, <i>председатель</i>	A. F. Garbolevsky
E. W. Beckman	C. F. Jeerings
L. F. Campbell	J. P. Swezy, Jr.
M. L. Carpenter	

Подгруппа по общим требованиям (SC IX)

B. R. Newmark, <i>председатель</i>	H. B. Porter
E. W. Beckman	P. L. Sturgill
P. R. Evans	K. R. Willens
R. M. Jessee	E. Molina, <i>представитель</i>
A. S. Olivares	

Подгруппа по материалам (SC IX)

M. L. Carpenter, <i>председатель</i>	S. D. Reynolds, Jr.
J. L. Arnold	C. E. Sainz
M. Bernasek	W. J. Sperko
L. P. Connor	M. J. Stanko
R. M. Jessee	R. R. Young
C. C. Kim	V. Giunto, <i>представитель</i>
T. Melfi	

Подгруппа по квалификационной оценке рабочих характеристик (SC IX)

D. A. Bowers, <i>председатель</i>	K. L. Hayes
V. A. Bell	J. S. Lee
L. P. Connor	W. M. Lundy
R. B. Corbit	M. B. Sims
P. R. Evans	G. W. Spohn III
P. D. Flenner	

Подгруппа по квалификационной оценке процедур (SC IX)

D. A. Bowers, <i>председатель</i>	W. J. Sperko
M. J. Rice, <i>секретарь</i>	S. A. Sprague
M. Bernasek	J. P. Swezy, Jr.
R. K. Brown, Jr.	P. L. Van Fosson
A. S. Olivares	T. C. Wiesner
S. D. Reynolds, Jr.	E. Molina, <i>представитель</i>
M. B. Sims	

**ПОДКОМИТЕТ ПО СОСУДАМ ДАВЛЕНИЯ ИЗ ВОЛОКНИТА
(SC X)**

D. Eisberg, <i>председатель</i>	B. M. Linnemann
P. J. Conlisk, <i>зам. председателя</i>	D. J. Painter
S. Vasquez, <i>начальник секретариата</i>	D. J. Pinell
F. L. Brown	G. Ramirez
J. L. Bustillos	J. A. Rolston
T. W. Cowley	B. F. Shelley
T. J. Fowler	F. W. Van Name
D. H. Hodgkinson	D. O. Yancey, Jr.
L. E. Hunt	P. H. Ziehl
D. L. Keeler	

**ПОДКОМИТЕТ ПО КОНТРОЛЮ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ
В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ (SC XI)**

G. C. Park, <i>председатель</i>	W. E. Norris
R. W. Swayne, <i>зам. председателя</i>	K. Rhyne
R. L. Crane, <i>начальник секретариата</i>	W. R. Rogers III
W. H. Bamford, Jr.	D. A. Scarth
R. C. Cipolla	F. J. Schaaf, Jr.
D. D. Davis	J. C. Spanner, Jr.
R. L. Dyle	J. E. Staffiera
E. L. Farrow	G. L. Stevens
R. E. Gimple	E. W. Throckmorton III
F. E. Gregor	D. E. Waskey
K. Hasegawa	R. A. West
D. O. Henry	C. J. Wirtz
R. D. Kerr	C. S. Withers
S. D. Kulat	R. A. Yonekawa
G. L. Lagleder	K. K. Yoon
D. W. Lamond	T. Yuhara
J. T. Lindberg	Y.-S. Chang, <i>представитель</i>
B. R. Newton	

Исполнительный комитет (SC XI)

R. W. Swayne, <i>председатель</i>	C. G. McCargar
G. C. Park, <i>зам. председателя</i>	W. E. Norris
R. L. Crane, <i>начальник секретариата</i>	K. Rhyne
W. H. Bamford, Jr.	F. J. Schaaf, Jr.
D. D. Davis	J. C. Spanner, Jr.
R. L. Dyle	E. W. Throckmorton III
R. E. Gimple	R. A. West
F. E. Gregor	R. A. Yonekawa
O. F. Hedden	

Почетные члены (SC XI)

L. J. Chockie	J. P. Houstrup
C. D. Cowfer	L. R. Katz
O. F. Hedden	P. C. Riccardella

Подгруппа по нормам оценки (SG-ES) (SC XI)

W. H. Bamford, Jr., <i>председатель</i>	D. R. Lee
G. L. Stevens, <i>секретарь</i>	H. S. Mehta
H.-D. Chung	J. G. Merkle
R. C. Cipolla	K. Miyazaki
G. H. De Boo	S. Ranganath
B. R. Ganta	D. A. Scarth
T. J. Griesbach	T.-L. Sham
K. Hasegawa	K. R. Wichman
D. N. Hopkins	K. K. Yoon
Y. Imamura	Y.-S. Chang, <i>представитель</i>
K. Koyama	

Рабочая группа по оценке дефектов (SG-ES) (SC XI)

R. C. Cipolla, <i>председатель</i>	D. R. Lee
G. H. De Boo, <i>секретарь</i>	H. S. Mehta
W. H. Bamford, Jr.	J. G. Merkle
M. Basol	K. Miyazaki
J. M. Bloom	R. K. Qashu
H.-D. Chung	S. Ranganath
B. R. Ganta	P. J. Rush
T. J. Griesbach	D. A. Scarth
H. L. Gustin	T. S. Schurman
F. D. Hayes	W. L. Server
A. L. Hiser, Jr.	K. R. Wichman
P. H. Hoang	G. M. Wilkowski
D. N. Hopkins	K. K. Yoon
K. Koyama	V. A. Zilberstein

**Рабочая группа по выработке критериев оценки
действующих установок (SG-ES) (SC XI)**

T. J. Griesbach, <i>председатель</i>	H. S. Mehta
K. R. Baker	R. Pace
W. H. Bamford, Jr.	S. Ranganath
H. Behnke	W. L. Server
B. A. Bishop	E. A. Siegel
T. L. Dickson	G. L. Stevens
S. R. Gosselin	D. P. Weakland
M. Hayashi	K. K. Yoon
S. N. Malik	

**Рабочая группа по оценке дефектов труб (SG-ES)
(SC XI)**

D. A. Scarth, <i>председатель</i>	K. Hasegawa
G. M. Wilkowski, <i>секретарь</i>	A. L. Hiser, Jr.
T. A. Bacon	P. H. Hoang
W. H. Bamford, Jr.	D. N. Hopkins
H.-D. Chung	K. Kashima
R. C. Cipolla	R. O. McGill
N. G. Cofie	H. S. Mehta
J. M. Davis	K. Miyazaki
G. H. De Boo	P. J. Rush
B. R. Ganta	T.-L. Sham
L. F. Goyette	K. K. Yoon
	V. A. Zilberstein

**Подгруппа по неразрушающему контролю (SG-NDE)
(SC XI)**

J. C. Spanner, Jr., <i>председатель</i>	D. O. Henry
G. A. Lofthus, <i>секретарь</i>	M. R. Hum
T. L. Chan	G. L. Lagleder
C. B. Cheezem	J. T. Lindberg
D. R. Cordes	G. R. Perkins
F. J. Dodd	A. S. Reed
F. E. Dohmen	F. J. Schaaf, Jr.
M. E. Gothard	C. J. Wirtz

**Рабочая группа по квалификационной оценке
персонала, контролю поверхности, визуальному
контролю и контролю вихревыми токами (SG-NDE)
(SC XI)**

A. S. Reed, <i>председатель</i>	T. R. Lupold
D. R. Cordes, <i>секретарь</i>	D. R. Quattlebaum, Jr.
B. L. Curtis	D. Spake
N. Farenbaugh	J. C. Spanner, Jr.
D. O. Henry	M. C. Weatherly
J. W. Houf	C. J. Wirtz
J. T. Lindberg	

**Рабочая группа по испытанию давлением (SG-WCS)
(SC XI)**

D. W. Lamond, <i>председатель</i>	R. E. Hall
J. M. Boughman, <i>секретарь</i>	A. McNeill III
J. J. Churchwell	B. L. Montgomery
G. L. Fechter	E. J. Sullivan, Jr.
K. W. Hall	

**Рабочая группа по квалификационной оценке
процедур и объемному контролю (SG-NDE) (SC XI)**

M. E. Gothard, <i>председатель</i>	K. J. Hacker
G. R. Perkins, <i>секретарь</i>	R. A. Kellerhall
M. T. Anderson	D. Kurek
C. B. Cheezem	G. L. Lagleder
A. D. Chockie	G. A. Lofthus
S. R. Doctor	C. E. Moyer
F. J. Dodd	S. A. Sabo
F. E. Dohmen	R. V. Swain

**Подгруппа по мероприятиям по ремонту/замене
(SG-RRR) (SC XI)**

R. A. Yonekawa, <i>председатель</i>	R. D. Kerr
E. V. Farrell, Jr., <i>секретарь</i>	S. L. McCracken
S. B. Brown	B. R. Newton
R. E. Cantrell	J. E. O'Sullivan
P. D. Fisher	W. R. Rogers III
E. B. Gerlach	R. R. Stevenson
R. E. Gimple	R. W. Swayne
D. R. Graham	D. E. Waskey
R. A. Hermann	J. G. Weicks
K. J. Karwoski	C. S. Withers

**Рабочая группа по разработке и программам (SG-RRR)
(SC XI)**

E. B. Gerlach, <i>председатель</i>	D. R. Graham
S. B. Brown, <i>секретарь</i>	G. F. Harttraft
O. Bhatti	M. A. Pyne
R. R. Croft	R. R. Stevenson
G. G. Elder	R. W. Swayne
E. V. Farrell, Jr.	A. H. Taufique
S. K. Fisher	T. P. Vassallo, Jr.
J. M. Gamber	R. A. Yonekawa

**Рабочая группа по сварке и специальным ремонтным
процессам (SG-RRR) (SC XI)**

D. E. Waskey, <i>председатель</i>	M. Lau
R. E. Cantrell, <i>секретарь</i>	S. L. McCracken
S. J. Findlan	B. R. Newton
P. D. Fisher	J. E. O'Sullivan
M. L. Hall	R. E. Smith
R. A. Hermann	D. J. Tilly
K. J. Karwoski	J. G. Weicks
C. C. Kim	K. R. Willens

**Подгруппа по системам с водяным охлаждением
(SG-WCS) (SC XI)**

E. W. Throckmorton III, <i>председатель</i>	D. W. Lamond
J. M. Agold, <i>секретарь</i>	A. McNeill III
J. M. Boughman	W. E. Norris
M. L. Coats	D. Song
D. D. Davis	J. E. Staffiera
H. Q. Do	H. M. Stephens, Jr.
E. L. Farrow	K. B. Thomas
M. J. Ferlisi	R. A. West
O. F. Hedden	G. E. Whitman
M. L. Herrera	H. L. Graves III, <i>кандидат</i>
S. D. Kulat	<i>в члены</i>

Рабочая группа по корпусам (SG-WCS) (SC XI)

J. E. Staffiera, <i>председатель</i>	H. L. Graves III
H. G. Ashar	H. T. Hill
S. G. Brown	R. D. Hough
K. K. N. Chao	C. N. Krishnaswamy
R. C. Cox	D. J. Naus
J. W. Crider	H. M. Stephens, Jr.
M. J. Ferlisi	W. E. Norris, <i>кандидат в члены</i>
D. H. Goche	

Рабочая группа по ISI оптимизации (SG-WCS) (SC XI)

E. A. Siegel, <i>председатель</i>	A. H. Mahindrakar
D. R. Cordes, <i>секретарь</i>	D. G. Naujock
W. H. Bamford, Jr.	S. R. Scott
J. M. Boughman	K. B. Thomas
M. E. Gothard	G. E. Whitman
R. E. Hall	Y. Yuguchi

**Рабочая группа по внедрению методов контроля
с учетом факторов риска (SG-WCS) (SC XI)**

S. D. Kulat, <i>председатель</i>	K. W. Hall
A. McNeill III, <i>секретарь</i>	A. T. Keim
J. M. Agold	D. W. Lamond
B. A. Bishop	J. T. Lindberg
S. T. Chesworth	R. K. Mattu
C. Cueto-Felgueroso	P. J. O'Regan
H. Q. Do	N. A. Palm
R. Fougrousse	M. A. Pyne
M. R. Graybeal	R. A. West
J. Hakii	J. C. Younger

**Рабочая группа по контролю систем и компонентов
(SG-WCS) (SC XI)**

K. B. Thomas, <i>председатель</i>	S. D. Kulat
D. Song, <i>секретарь</i>	T. A. Meyer
J. M. Agold	D. G. Naujock
V. L. Armentrout	T. Nomura
C. Cueto-Felgueroso	C. M. Ross
H. Q. Do	R. A. West
R. Fougrousse	G. E. Whitman
M. R. Hum	

Рабочая группа по общим требованиям (SC XI)

K. Rhyne, <i>председатель</i>	E. L. Farrow
E. J. Maloney, <i>секретарь</i>	R. K. Mattu
G. P. Alexander	S. R. Scott
T. L. Chan	G. E. Szabatura
M. L. Coats	C. S. Withers

**Специальная рабочая группа по редактированию
и рассмотрению (SC XI)**

R. W. Swayne, <i>председатель</i>	J. E. Staffiera
C. E. Moyer	D. J. Tilly
K. R. Rao	C. J. Wirtz

**Специальная рабочая группа по увеличению
продолжительности работы установок (SC XI)**

T. A. Meyer, <i>председатель</i>	P.-T. Kuo
D. V. Burgess, <i>секретарь</i>	R. E. Nickell
S. Asada	W. L. Server
D. D. Davis	R. L. Turner
F. E. Gregor	G. G. Young

Специальная рабочая группа по высокотемпературным реакторам с газовым охлаждением (SC XI)

J. Fletcher, <i>председатель</i>	A. B. Hull
M. A. Lockwood, <i>секретарь</i>	W. A. O. Kriel
N. Broom	M. N. Mitchell
C. Cueto-Felgueroso	F. J. Schaaf, Jr.
K. N. Fleming	F. Shahrokhi
S. R. Gosselin	R. W. Swayne
M. R. Graybeal	

ПОДКОМИТЕТ ПО ТРАНСПОРТИРОВОЧНЫМ РЕЗЕРВУАРАМ (SC XII)

A. Selz, <i>председатель</i>	M. D. Pham
D. R. Sharp, <i>начальник секретариата</i>	M. D. Rana
D. M. Allbritten	T. A. Rogers
A. N. Antoniou	W. K. Smith
C. Becht IV	S. Staniszewski
M. A. Garrett	M. R. Toth
C. H. Hochman	A. P. Varghese
G. G. Karcher	M. R. Ward
G. McRae	L. Wolpert

Подгруппа по проектированию и материалам (SC XII)

M. D. Rana, <i>председатель</i>	M. D. Pham
D. R. Sharp, <i>начальник секретариата</i>	T. A. Rogers
G. G. Karcher	A. P. Varghese
S. L. McWilliams	M. R. Ward
N. J. Paulick	E. A. Whittle

Подгруппа по изготовлению и контролю (SC XII)

G. McRae, <i>председатель</i>	L. D. Holsinger
D. R. Sharp, <i>начальник секретариата</i>	D. J. Kreft
J. A. Byers	A. S. Olivares
B. L. Gehl	L. H. Strouse

Подгруппа по общим требованиям (SC XII)

C. H. Hochman, <i>председатель</i>	M. A. Garrett
D. R. Sharp, <i>начальник секретариата</i>	K. L. Gilmore
T. W. Alexander	J. L. Rademacher
D. M. Allbritten	T. Rummel
C. A. Betts	W. K. Smith
J. F. Cannon	L. H. Strouse
J. L. Freiler	M. R. Toth
W. L. Garfield	L. Wolpert

Подгруппа по необязательным приложениям (SC XII)

T. A. Rogers, <i>председатель</i>	S. L. McWilliams
D. R. Sharp, <i>начальник секретариата</i>	J. L. Rademacher
D. D. Brusewitz	A. Selz
J. L. Conley	S. Staniszewski
T. Eubanks	A. P. Varghese
B. L. Gehl	M. R. Ward
T. Hitchcock	L. Wolpert

ПОДКОМИТЕТ ПО АККРЕДИТАЦИИ КОТЛОВ И СОСУДОВ ДАВЛЕНИЯ (SC-BPVA)

W. C. LaRochelle, <i>председатель</i>	D. C. Cook, <i>кандидат в члены</i>
P. D. Edwards, <i>зам. председателя</i>	M. A. DeVries, <i>кандидат в члены</i>
K. I. Baron, <i>секретарь</i>	C. E. Ford, <i>кандидат в члены</i>
W. J. Bees	T. E. Hansen, <i>кандидат в члены</i>
M. B. Doherty	G. L. Hollinger, <i>кандидат в члены</i>
D. J. Jenkins	B. B. MacDonald, <i>кандидат в члены</i>
K. T. Lau	R. D. Mile, <i>кандидат в члены</i>
L. E. McDonald	G. P. Milley, <i>кандидат в члены</i>
K. M. McTague	M. R. Minick, <i>кандидат в члены</i>
D. Miller	T. W. Norton, <i>кандидат в члены</i>
B. R. Morelock	H. R. Staehr, <i>кандидат в члены</i>
J. D. O'Leary	J. A. West, <i>кандидат в члены</i>
D. E. Tanner	R. V. Wielgoszinski, <i>кандидат в члены</i>
B. C. Turczynski	A. J. Spencer, <i>почетный член</i>
D. E. Tuttle	O. E. Trapp, <i>член-корреспондент</i>
E. A. Whittle	
G. Bynog, <i>кандидат в члены</i>	

Подкомитет по аккредитации ядерных компонентов (SC-NA)

R. R. Stevenson, <i>председатель</i>	G. Bynog, <i>кандидат в члены</i>
W. C. LaRochelle, <i>зам. председателя</i>	G. Deily, <i>кандидат в члены</i>
J. Pang, <i>начальник секретариата</i>	P. D. Edwards, <i>кандидат в члены</i>
M. N. Bressler	D. P. Gobbi, <i>кандидат в члены</i>
S. M. Goodwin	J. W. Highlands, <i>кандидат в члены</i>
K. A. Huber	K. M. Hottle, <i>кандидат в члены</i>
M. Kotb	B. G. Kovarik, <i>кандидат в члены</i>
J. C. Krane	P. F. Prescott, <i>кандидат в члены</i>
C. A. Lizotte	S. M. Scott, <i>кандидат в члены</i>
R. P. McIntyre	D. W. Stepp, <i>кандидат в члены</i>
M. R. Minick	E. A. Whittle, <i>кандидат в члены</i>
H. B. Prasse	R. V. Wielgoszinski, <i>кандидат в члены</i>
T. E. Quaka	H. L. Wiger, <i>кандидат в члены</i>
D. E. Tanner	O. E. Trapp, <i>член-корреспондент</i>
D. M. Vickery	

ПОДКОМИТЕТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ (SC-D)

R. J. Basile, <i>председатель</i>	R. I. Jetter
R. W. Barnes	D. P. Jones
M. R. Breach	R. W. Mikitka
R. P. Deubler	U. R. Miller
G. G. Graven	W. J. O'Donnell
G. L. Hollinger	R. D. Schueler, Jr.

Подгруппа по анализу проектов (SC-D)

G. L. Hollinger, <i>председатель</i>	K. Matsunaga
M. R. Breach	G. A. Miller
R. G. Brown	W. D. Reinhardt
R. J. Gurdal	D. H. Roarty
C. F. Heberling II	G. Sannazzaro
C. E. Hinnant	T. G. Seipp
P. Hirschberg	D. A. Swanson
D. P. Jones	G. Taxacher
A. Kalnins	E. L. Thomas, Jr.
W. J. Koves	R. A. Whipple

**Подгруппа по расчету повышенных температур
(SC-D)**

R. I. Jetter, <i>председатель</i>	D. L. Marriott
T. Asayama	T. E. McGreevy
C. Becht IV	W. J. O'Donnell
J. F. Cervenka	D. A. Osage
D. S. Griffin	J. S. Porowski
B. F. Hantz	B. Riou
M. H. Jawad	T.-L. Sham
W. J. Koves	M. S. Shelton
S. Majumdar	R. W. Swindeman

Подгруппа по усталостной прочности (SC-D)

W. J. O'Donnell, <i>председатель</i>	G. Kharshafdjian
P. R. Donavin	S. Majumdar
R. J. Gurdal	T. Nakamura
C. F. Heberling II	D. H. Roarty
P. Hirschberg	G. Taxacher
P. Hsu	H. H. Ziada
D. P. Jones	

Подгруппа по отверстиям (SC-D)

M. R. Breach, <i>председатель</i>	J. P. Madden
R. W. Mikitka, <i>секретарь</i>	D. R. Palmer
G. G. Graven	J. A. Pfeifer
V. T. Hwang	M. D. Rana
J. C. Light	E. C. Rodabaugh
R. B. Luney	C. R. Thomas

**Специальная рабочая группа по болтовым
фланцевым соединениям (SC-D)**

R. W. Mikitka, <i>председатель</i>	E. Michalopoulos
G. D. Bibel	J. R. Payne
H. A. Bouzid	P. G. Scheckermann
W. Brown	R. D. Schueler, Jr.
A. Chaudouet	A. Selz
W. J. Koves	M. S. Shelton

**ПОДКОМИТЕТ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
К ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫМ КЛАПАНАМ (SC-SVR)**

S. F. Harrison, Jr., <i>председатель</i>	J. P. Glaspie
J. A. West, <i>зам. председателя</i>	H. I. Gregg
S. J. Rossi, <i>начальник секретариата</i>	W. F. Hart
J. F. Ball	D. Miller
S. Cammeresi	T. M. Parks
A. Cox	D. K. Parrish
R. D. Danzy	D. J. Scallan
D. B. Demichael	Z. Wang
R. J. Doelling	

Подгруппа по проектированию (SC-SVR)

J. A. West, <i>председатель</i>	H. I. Gregg
C. E. Beair	D. Miller
R. D. Danzy	T. Patel
R. J. Doelling	T. R. Tarbay

Подгруппа по общим требованиям (SC-SVR)

D. B. Demichael, <i>председатель</i>	D. K. Parrish
J. F. Ball	J. W. Ramsey
G. Brazier	J. W. Richardson
J. P. Glaspie	D. E. Tuttle

Подгруппа по испытаниям (SC-SVR)

A. Cox, <i>председатель</i>	W. F. Hart
J. E. Britt	B. K. Nutter
S. Cammeresi	D. J. Scallan
G. D. Goodson	Z. Wang

**U.S. Группа технического совета США
по ISO/TC 185, «Предохранительные клапаны»**

T. J. Bevilacqua, <i>председатель</i>	Y.-S. Lai
S. J. Rossi, <i>начальник секретариата</i>	D. Miller
J. F. Ball	J. A. West
D. B. Demichael	

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

ПЕРСОНАЛ

Члены правления комитета

AWS

(Участвующие в разработке настоящих технических условий)

по данным на 5 февраля 2008 г.

A5 КОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МЕТАЛЛАМ И СОПУТСТВУЮЩИМ МАТЕРИАЛАМ

J. S. Lee, <i>председатель</i>	L. G. Kvidahl
H. D. Wehr, <i>1-й зам. председателя</i>	A. Y. Lau
J. J. DeLoach, Jr., <i>2-й зам. председателя</i>	A. S. Laurenson
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	W. A. Marttila
T. Anderson	T. Melfi
J. M. Blackburn	R. Menon
R. S. Brown	M. T. Merlo
J. C. Bundy	D. R. Miller
R. J. Christoffel	B. Mosier
D. D. Crockett	A. K. Mukherjee
D. A. DeSignore	C. L. Null
J. DeVito	M. P. Parekh
H. W. Ebert	R. L. Peaslee
D. M. Fedor	K. C. Pruden
J. G. Feldstein	S. D. Reynolds, Jr.
S. E. Ferree	P. K. Salvesen
G. L. Franke	K. Sampath
R. D. Fuchs	W. S. Severance
C. E. Fuerstenau	M. J. Sullivan
J. A. Henning	R. C. Sutherland
R. M. Henson	R. A. Swain
S. D. Kiser	R. D. Thomas, Jr.
P. J. Konkol	K. P. Thornberry
D. J. Kotecki	M. D. Tumuluru

A5X ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ПОДКОМИТЕТ

J. S. Lee, <i>председатель</i>	D. A. Fink
H. D. Wehr, <i>зам. председателя</i>	R. D. Fuchs
J. J. DeLoach, Jr., <i>2-й зам. председателя</i>	D. J. Kotecki
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	R. Menon
D. A. DeSignore	R. L. Peaslee
H. W. Ebert	L. T. Vernam

A5A ПОДКОМИТЕТ ПО ЭЛЕКТРОДАМ И ПРИСАДОЧНЫМ ПРУТКАМ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ И КИСЛОРОДНО-ГАЗОВОЙ СВАРКИ

G. L. Franke, <i>председатель</i>	D. R. Miller
R. A. Swain, <i>зам. председателя</i>	J. S. Ogborn
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	M. P. Parekh
J. J. DeLoach, Jr.	M. A. Quintana
H. W. Ebert	P. K. Salvesen
K. K. Gupta	K. Sampath
A. Y. Lau	M. S. Sierdzinski

A5B ПОДКОМИТЕТ ПО ЭЛЕКТРОДАМ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ И ФЛЮСАМ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

T. Meifi, <i>председатель</i>	M. T. Merlo
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	D. W. Meyer
H. P. Beck	D. R. Miller
H. W. Ebert	P. J. Nicklas
S. Francis	D. M. Parker
R. D. Fuchs	R. D. Strugar
M. J. Ludwig	R. A. Swain

A5C ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

T. Anderson, <i>председатель</i>	R. M. Henson
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	G. M. Hergenrather
B. C. Boehringer	J. S. Lee
S. A. Collins	D. A. Wright

A5D ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

D. A. DeSignore, <i>председатель</i>	G. A. Kurisky
D. J. Kotecki, <i>зам. председателя</i>	F. B. Lake
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	M. T. Merlo
R. S. Brown	S. J. Merrick
R. E. Cantrell	R. H. Stahura
J. G. Feldstein	R. A. Swain
R. D. Fuchs	J. G. Wallin
J. A. Henning	H. D. Wehr
S. R. Jana	

A5E ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ ИЗ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ

R. D. Fuchs, <i>председатель</i>	S. D. Kiser
J. S. Lee, <i>зам. председателя</i>	G. A. Kurisky
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	F. B. Lake
D. C. Agarwal	W. E. Layo
R. S. Brown	R. Menon
G. J. Bruck	R. A. Swain
J. J. DeLoach, Jr.	R. D. Thomas, Jr.
G. L. Hoback	J. F. Turner
S. R. Jana	H. D. Wehr
D. D. Kiilunen	

**A5F ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МЕТАЛЛАМ
ИЗ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ**

A. R. Mertes, <i>зам. председателя</i>	K. Roossinck
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	R. D. Thomas, Jr.
D. B. Holliday	J. Turriff
J. P. Hunt	H. D. Wehr
S. D. Reynolds, Jr.	

**A5G ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МЕТАЛЛАМ
ДЛЯ НАПЛАВКИ ТВЕРДЫМ СПЛАВОМ**

R. Menon, <i>председатель</i>	S. J. Merrick
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	J. G. Postle
F. Broshjeit	V. B. Rajan
G. L. Fiillion	G. C. Schmid
S. P. Iyer	J. B. C. Wu
W. E. Layo	

**A5H ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МЕТАЛЛАМ
И ФЛЮСАМ ДЛЯ ПАЙКИ**

R. M. Henson, <i>председатель</i>	T. P. Hirthe
G. L. Alexy, <i>зам. председателя</i>	M. J. Kuta
S. Borrero, <i>секретарь</i>	M. J. Lucas, Jr.
R. Aluru	R. P. McKinney
P. A. Baskin	C. R. Moyer
Y. Baskin	T. Oyama
E. R. Boes	R. L. Peaslee
D. E. Budinger	J. P. Sands
C. F. Darling	A. E. Shapiro

A5I ПОДКОМИТЕТ ПО ВОЛЬФРАМОВЫМ ЭЛЕКТРОДАМ

W. S. Severance, <i>председатель</i>	M. E. Gedgaudas
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	R. A. Swain
S. G. Caldwell	

**A5J ПОДКОМИТЕТ ПО ЭЛЕКТРОДАМ И ПРИСАДОЧНЫМ
ПРУТКАМ ДЛЯ СВАРКИ ЧУГУНА**

S. D. Kiser, <i>председатель</i>	R. A. Bishel
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	R. A. Bushey

**A5K ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ
ИЗ ТИТАНА И ЦИРКОНИЯ**

R. C. Sutherland, <i>председатель</i>	B. Krueger
J. C. Monsees, <i>зам. председателя</i>	S. D. Sparkowich
S. Borrero, <i>секретарь</i>	K. T. Tran
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	G. E. Trepus
S. Kleppen	M. E. Wells
H. Kotaki	

**A5L ПОДКОМИТЕТ ПО ПРИСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ
ИЗ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

K. P. Thornberry, <i>председатель</i>	R. K. Gupta, <i>секретарь</i>

**A5M ПОДКОМИТЕТ ПО ЭЛЕКТРОДАМ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ
И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ
ТРУБЧАТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ**

D. D. Crockett, <i>председатель</i>	A. Y. Lau
M. T. Merlo, <i>зам. председателя</i>	W. E. Layo
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	R. Menon
J. C. Bundy	D. R. Miller
J. E. Campbell	J. M. Morse
J. J. DeLoach, jr.	M. A. Quintana
S. E. Ferree	R. B. Smith
G. L. Franke	R. A. Swain
D. Haynie	R. D. Thomas, Jr.
M. James	

**A5MILSPEC СПЕЦИАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ ПО
СООТВЕТСТВИЮ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБОРОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА ПРИСАДОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ AWS**

J. J. DeLoach, Jr., <i>председатель</i>	M. J. Ludwig
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	M. T. Merlo
J. C. Bundy	D. R. Miller
H. R. Castner	C. L. Null
S. E. Ferree	W. M. Ruof
D. A. Fink	M. J. Sullivan
J. J. Gullotti	H. D. Wehr
P. J. Konkol	

A5N ПОДКОМИТЕТ ПО ПЛАВКИМ ВСТАВКАМ

H. D. Wehr, <i>председатель</i>	A. S. Laurenson
W. J. Sperko, <i>зам. председателя</i>	W. F. Newell, Jr.
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	C. D. Sierra
J. J. DeLoach, Jr.	R. D. Thomas, Jr.

**A5O ПОДКОМИТЕТ ПО ЭЛЕКТРОДАМ И ПРИСАДОЧНЫМ
ПРУТКАМ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ
СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА**

J. C. Bundy, <i>председатель</i>	M. P. Parekh
M. T. Merlo, <i>зам. председателя</i>	D. M. Parker
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	V. B. Rajan
J. J. DeLoach, Jr.	K. Sampath
K. W. Gerhart	R. B. Smith
P. J. Konkol	R. D. Strugar
M. J. Ludwig	D. A. Wright
D. R. Miller	

**A5P ПОДКОМИТЕТ ПО ЭЛЕКТРОДАМ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И
НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ
И ГАЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРКИ**

J. S. Lee, <i>председатель</i>	D. C. Phillips
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	D. Singh
J. H. Devletian	R. B. Turpin
D. A. Fink	

**A5S ПОДКОМИТЕТ ПО ГАЗАМ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ
И РЕЗКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА**

J. DeVito, <i>председатель</i>	D. B. Leturno
E. Colvin, <i>зам. председателя</i>	B. O'Neil
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	J. M. Zawodny
J. F. Donaghy	

**A5T ПОДКОМИТЕТ ПО РУКОВОДСТВУ ПО ПОСТАВКЕ
ПРИСАДОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ**

R. A. Swain, <i>председатель</i>	M. T. Merlo
H. D. Wehr, <i>зам. председателя</i>	P. K. Salvesen
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	K. Sampath
D. A. Fink	R. D. Thomas, Jr.
J. S. Lee	

**A5W ПОДКОМИТЕТ ПО СОДЕРЖАНИЮ ВЛАГИ
И ВОДОРОДА**

D. M. Fedor, <i>председатель</i>	J. L. Kalp
J. M. Blackburn, <i>зам. председателя</i>	J. Keegan
R. K. Gupta, <i>секретарь</i>	J. S. Lee
D. A. Fink	M. A. Quintana
G. L. Franke	M. S. Sierdzinski

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ НА РАССМОТРЕНИЕ В КОМИТЕТ ПО КОТЛАМ И СОСУДАМ ДАВЛЕНИЯ

1. ВВЕДЕНИЕ

(a) Данный раздел содержит инструкцию для пользователей стандарта по представлению на рассмотрение технических запросов в Комитет. Дополнительные требования к запросам на включение в Стандарт новых материалов см. в Руководстве по утверждению новых материалов в рамках Стандарта ASME по котлам и сосудам давления, Секция II, Части C и D. Технические запросы включают запросы на пересмотр или дополнение правил Стандарта, запросы по Техническим решениям к Стандарту и запросы по Разъяснениям к Стандарту, как описано ниже.

(1) *Изменения Стандарта.* Изменения Стандарта включают технологические разработки, административные требования, Технические решения к Стандарту, а также разъяснения по содержанию Стандарта.

(2) *Технические решения к Стандарту.* Технические решения к Стандарту представляют собой альтернативные варианты или дополнения к существующим положениям Стандарта. Технические решения написаны в виде вопросов и ответов и обычно предназначены для включения в Стандарт более позднего издания. При наличии Технические решения к Стандарту устанавливают обязательные требования в той же мере, что и текст Стандарта. Пользователям, однако, следует помнить, что не все органы власти и владельцы автоматически принимают Технические решения к Стандарту. Наиболее общие области применения Технических решений к Стандарту:

(a) позволяют на ранних этапах применить утвержденные изменения к Стандарту при острой необходимости

(b) позволяют использовать новые материалы в конструкциях, соответствующих Стандарту

(c) позволяют приобрести некоторый опыт применения новых материалов или альтернативных правил до их включения непосредственно в текст Стандарта

(3) *Разъяснения к Стандарту.* Разъяснения к Стандарту поясняют значение существующих положений Стандарта и представлены также в форме вопросов и ответов. Разъяснения не вводят новых требований. В случаях, когда существующий текст Стандарта не полностью отражает предполагаемый смысл и требуется внесение изменений в правила для подкрепления разъяснения, выпускаются Разъяснения относительно цели, и вносятся изменения в Стандарт.

(b) Положения Стандарта, Технические решения и Разъяснения к Стандарту, установленные Комитетом,

не следует рассматривать как документы, утверждающие, рекомендуемые, сертифицирующие или одобряющие какие-либо патентованные или специальные разработки, а также ограничивающие каким-либо образом свободу изготовителей, разработчиков или владельцев в выборе методов проектирования любых видов конструкций, соответствующих положениям Стандарта.

(c) Запросы, не соответствующие положениям настоящего Приложения или не содержащие достаточной для работы Комитета информации, могут быть возвращены их авторам без принятия каких-либо решений.

2. ФОРМА ЗАПРОСА

Документ, представленный на рассмотрение Комитета, должен включать:

(a) *Цель.* Указать один из следующих вариантов:

(1) пересмотр существующих положений Стандарта

(2) новые или дополнительные положения Стандарта

(3) Технические решения к Стандарту;

(4) Разъяснения к Стандарту.

(b) *История вопроса.* Приводится информация, необходимая для понимания сути запроса Комитетом, с обязательным включением ссылок на соответствующую секцию, раздел, издание, приложение, параграфы, рисунки и таблицы. Предпочтительно приложить копии конкретных ссылочных материалов стандарта.

(c) *Представление запроса.* Автор запроса может по собственному желанию присутствовать на собрании Комитета с тем, чтобы формально представить свой запрос или ответить на вопросы членов Комитета, связанные с запросом. Расходы, связанные с посещением собрания Комитета, оплачиваются самим просителем. Посещение или непосещение просителем собрания не должно служить основанием для принятия или отклонения запроса Комитетом.

3. ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ИЛИ ДОПОЛНЕНИЙ В СТАНДАРТ

Запрос на пересмотр или добавление положения к Стандарту должен включать следующее:

(a) *Предлагаемые изменения или дополнения.* В случае необходимости пересмотра указываются положения Стандарта, подлежащие изменению, и прилагается копия соответствующих положений в

порядке их следования в Стандарте с пометками, указывающими на предлагаемые изменения. Для дополнений следует привести рекомендуемую текстовую ссылку на существующие правила стандарта.

(b) *Обоснование необходимости.* Приводится краткое обоснование необходимости внесения изменения или дополнения.

(c) *Справочная информация.* Вводная информация в поддержку изменения или дополнения, включая любые данные по технологии, исходя из которых формируется основание для запроса, которые позволяют Комитету адекватно оценить предложенное изменение или дополнение. При необходимости приводятся эскизы, таблицы, рисунки и графики. При необходимости должны быть указаны любые имеющие отношение к теме параграфы Стандарта, которые будут затронуты в связи с изменением или дополнением, и параграфы Стандарта, в которых присутствуют параграфы, подлежащие изменению или дополнению.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ К СТАНДАРТУ

Запросы на технические решения к Стандарту должны включать пункты «Обоснование необходимости» и «История вопроса», описание которых приведено в 3(b) и 3(c), для внесения изменений и дополнений в Стандарт соответственно. Необходимо указать степень срочности ввода Технического решения к Стандарту (например, проект находится в стадии разработки или подготовки, новая методика и т.п.), а также необходимо подтвердить, что запрос связан с оборудованием, подлежащим маркировке клеймом ASME, за исключением применений в соответствии с Секцией XI. В предлагаемом Техническом решении к Стандарту должна быть указана соответствующая Секция или Раздел Стандарта, Техническое Решение должно быть записано в виде *Вопроса* и *Ответа* в том же формате, что и существующие Технические решения к Стандарту. Запросы по Техническим решениям к Стандарту должны также указывать соответствующее издание Стандарта и Приложения, к которым применяется предлагаемое Техническое решение к Стандарту.

5. ТОЛКОВАНИЯ СТАНДАРТА

(a) Запрос на Разъяснение к Стандарту должен включать следующее:

(1) *Запрос.* Сформулировать сжатый и точный вопрос без излишней справочной информации и, если возможно, так, чтобы приемлемым *ответом* было «да» или «нет», возможно, с короткими пояснениями.

Запрос должен быть технически и лексически грамотен.

(2) *Ответ.* Содержит предполагаемый *Ответ на Запрос* в ясной и краткой форме. Предпочтительный ответ – «да» или «нет», возможно, с небольшими пояснениями.

(3) *История вопроса.* Приводится вся вводная информация, которая может помочь Комитету в правильном понимании предлагаемых *Запроса* и *Ответа*.

(b) Запросы в отношении Разъяснений к Стандарту должны ограничиваться разъяснением конкретного требования в рамках Стандарта или Технического решения к Стандарту. Комитет не занимается рассмотрением запросов консультационного типа, подобных следующим:

(1) рассмотрение расчетов, конструкторских чертежей, квалификационных оценок сварки, а также описаний оборудования или деталей с целью определения их соответствия требованиям Стандарта;

(2) запрос на содействие в осуществлении любых предписанных Стандартом функций, относящихся к (но не ограничиваясь перечисленным) выбору материала, расчетам, изготовлению, контролю, испытаниям под давлением или установке;

(3) запрос в отношении обоснования требований Стандарта.

6. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НА РАССМОТРЕНИЕ

Документы, представляемые на рассмотрение и ответ Комитета, должны отвечать следующим положениям:

(a) *Представление на рассмотрение.* Представленные на рассмотрение запросы пользователей Стандарта должны быть составлены на английском языке, предпочтительно в машинописном виде; однако для рассмотрения могут приниматься и разборчиво написанные рукописные запросы. Запросы должны включать имя, адрес, номер телефона, номер факса, адрес электронной почты (при наличии) автора запроса; их следует высылать почтой по следующему адресу:

Secretary
ASME Boiler and Pressure Vessel Committee
Three Park Avenue New York, NY 10016-5990

В качестве альтернативы допускается подача запросов по e-mail: SecretaryBPV@asme.org.

(b) *Ответ.* Секретарь Комитета ASME по котлам и сосудам давления или секретарь соответствующего Подкомитета должен подтвердить получение каждого правильно оформленного запроса и направить автору запроса письменное сообщение о решении, вынесенном Комитетом

РУКОВОДСТВО ПО УТВЕРЖДЕНИЮ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СВАРКИ И ПАЙКИ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТОМ ASME ПО КОТЛАМ И СОСУДАМ ДАВЛЕНИЯ

Политика Стандарта. Политика Комитета ASME по котлам и сосудам давления – принимать для включения в Секцию II, Часть С только такие технические условия, которые были приняты Американским обществом по сварке (AWS) и другими признанными национальными или международными организациями.

Ожидается, что заявки на утверждение в соответствии со Стандартом будут подаваться на материалы пайки и сварки (далее «материалы»), для которых имеются признанные национальные или международные технические условия. Для материалов, изготовленных согласно признанным национальным или международным техническим условиям, отличным от технических условий AWS, запрашивающее лицо должно подать в организацию по разработке стандартов уведомление о том, что в ASME была подана заявка на принятие этих технических условий в качестве разрешенных Стандартом ASME, а также предложить этой организации дать официальное разрешение Комитету ASME перепечатать эти технические условия. Для других материалов должна быть подана заявка в AWS или признанную национальную или международную организацию на разработку технических условий, которые могут быть поданы в Комитет по Стандарту.

Политикой Комитета ASME по котлам и сосудам давления является рассмотрение заявок на принятие новых материалов только от производителей или конечных пользователей котлов, сосудов давления, или элементов ядерных энергетических установок. Более того, такие заявки должны подаваться на материалы, в отношении которых обоснованно ожидается их применение при изготовлении котлов, сосудов давления или элементов ядерных энергетических установок, сооруженных согласно правилам одной из Секций данного Стандарта.

Применение. Податель запроса должен указать все формы выпуска продукции, размеры и технические условия, в отношении которых требуется регистрация, а также установить, имеется ли патент или лицензия на используемый материал и какие-либо ограничения при его производстве.

Свариваемость/Паяемость. Податель запроса должен предоставить полные данные результатов квалификационных оценок процедуры сварки, полученных в соответствии с требованиями Секции IX. Должна быть предоставлена относящаяся к делу информация, например, сведения о термической обработке сварного соединения, восприимчивости к воздушной закалке, влиянии процедуры сварки на зону термического влияния и ударной вязкости

образов с надрезом металла сварного шва, а также сведения об имеющемся опыте сварки материала.

Физические изменения. Для новых материалов важно знать характеристики постоянства структуры и степень сохранения свойств под воздействием температуры. Важно влияние методов изготовления, таких как штамповка, сварка, влияние термической обработки на механические свойства, пластичность и микроструктуру материала, особенно там, где может происходить ухудшение свойств. Если особый диапазон температур воздействия или термической обработки, скорости охлаждения, комбинации механической обработки и термической обработки, принятая практика изготовления, воздействие особых условий окружающей среды и т.д. вызывают существенные изменения в механических свойствах, микроструктуре, сопротивлении хрупкому разрушению и т.д., первостепенную важность имеет своевременное обращение внимания на такие условия, которых следует избегать в ходе эксплуатации или изготовления деталей или сосудов из данного материала.

Запросы дополнительных данных. Комитет может запросить дополнительные данные, включая данные по свойствам или поведению материала, которые неоднозначно трактуются в Стандарте по строительству, в который предполагается внести изменения.

Технические решения к Стандарту. Комитет по Стандарту рассмотрит выпуск Технического решения к Стандарту ASME со сроком действия 3 года, с разрешением применения нового материала в соответствии с существующей классификацией Секции IX ASME для последующей квалификации, при соблюдении следующих условий:

(a) податель запроса предоставляет свидетельство того, что заявка на включение материала в область применения технических условий была подана в AWS или признанную национальную или международную организацию;

(b) материал доступен для приобретения и может быть приобретен в пределах предложенных требований технических условий;

(c) податель запроса представляет подтверждение обоснованного спроса на материал со стороны промышленности и существования крайней необходимости в утверждении при помощи Технических решений к Стандарту;

(d) заявки на утверждение материала должны ясно описывать его в форме технических условий, включая такие пункты, как область применения, технология, изготовление, условия доставки, термическая обработка, требования к химическому составу и требования к прочности, технические условия и требования к испытаниям, качество изготовления, окончательная обработка, маркировка, контроль и отбраковка;

(e) применяются все другие требования, указанные выше в п. «Политика Стандарта» и «Область применения», а также

(f) податель запроса предоставляет Комитету по Стандарту все данные, указанные в настоящем Руководстве.

Требования к оформлению запросов в ASME на регистрацию технических условий, составленных официальными национальными или международными организациями, кроме AWS. Комитет будет рассматривать только заявки, подготовленные в соответствии с требованиями Эксплуатационного Комитета по котлам и сосудам давления и Административным Процедурам OP-8.6 (на английском языке и использующие систему единиц измерения, принятую в США, или систему единиц измерения СИ). Комитет будет рассматривать принятие технических условий признанных национальных и международных организаций, в соответствии с OP-8.6, таких как AWS, Канадская ассоциация стандартов (CSA), Европейский комитет по стандартизации (CEN), Немецкий институт стандартов (DIN) и Ассоциация по стандартам Японии (JIS), но не будет ограничиваться этими организациями. Технические условия на материалы других организаций, отличных от национальных и международных организаций, такие как технические условия изготовителей и поставщиков материалов, не будут рассматриваться для включения в стандарт.

Требования к признанным национальным и международным техническим условиям. В отношении приемлемых технических условий на материал должна быть указана дата выпуска или издания. Утвержденные издания будут указаны в подзаголовке технических условий ASME. Минимальные требования, которые должны содержаться в технических условиях на материал, которые фигурируют в запросе, включают такие пункты как название национальной или международной организации, область применения, ссылочные документы, технология, производство, условия доставки, термическая обработка, требования по химическому составу и требования по прочности, технические условия и требования к испытаниям, качество изготовления, отделка, маркировка, контроль и браковка.

Издание признанных национальных и международных технических условий. На технические условия, для которых ASME не получило от организации-составителя разрешения на издание, будет иметься ссылка на титульном листе в соответствующих приложениях в Секции II, Часть С.

Информация по получению копии этих документов будет содержаться там же. Документы, на которые ссылаются технические условия на материалы, не относящиеся к AWS, не будут изданы ASME. Однако информация по получению копии этих документов будет содержаться в Секции II, Часть С. Дополнения и исключения из технических условий на материалы будут помечены в подзаголовке технических условий.

Контрольный перечень по новым материалам для пайки и сварки. В помощь подателям запросов, заинтересованным в распространении действия Стандарта на новые материалы или расширении области применения Стандарта в отношении существующих материалов, Комитетом разработан следующий контрольный перечень позиций, которые подлежат обязательному рассмотрению в каждом запросе. Комитет оставляет за собой право при рассмотрении новых материалов затребовать дополнительные данные и информацию по применению.

(a) Была ли представлена заявка аттестованного подателя запроса?

(b) Определена ли заявка как запрос на пересмотр существующих требований Стандарта или на Техническое решение к Стандарту?

(c) Было ли представлено письмо в AWS с запросом о включении нового материала в область применения технических условий и была ли предоставлена в Комитет копия? Или этот материал уже включен в область применения каких-либо технических условий, выпущенных признанной национальной или международной организацией, и представлена ли версия такого документа на английском языке?

(d) Указана ли область применения Стандарта на проектирование и Раздела?

(e) Были ли представлены данные по механическим характеристикам (предел прочности, предел текучести, относительное сужение и относительное удлинение) для каждого процесса соединения?

(f) Проведен ли анализ прочности, необходимый в соответствии со Стандартом, и представлены ли соответствующие данные?

(g) Были ли установлены требования к сварке и были ли представлены данные квалификационного испытания процедуры сварки?

(h) Было ли определено влияние методов изготовления на свойства материала?

ВВЕДЕНИЕ

3 января 1919 г. ASME наряду с несколькими другими организациями принимало участие во встрече, на которой обсуждались проблемы продолжения исследований в области сварки, проводившихся во время войны. По результатам этой встречи было учреждено Американское общество по сварке, и с этого времени ведет свою историю процесс непрерывной и взаимосвязанной разработки технологий сварки Американским обществом по сварке и Американским обществом инженеров-механиков. На протяжении всех этих лет роста многие лидеры данной области техники проявляли общий интерес к проектированию и изготовлению оборудования, работающего под давлением, и к разработке технологии сварки как мощного инструмента в этом производственном процессе. Развитие этой совместной деятельности представлено в труде профессора А. М. Грина «История создания стандарта ASME по котлам», опубликованном в виде серии статей в журнале «Mechanical Engineering» с июля 1952 г. по август 1953 г., а также отдельным изданием ASME. Следующие выдержки из вышеупомянутой истории, сделанные на основе протоколов заседаний Комитета, указывают на совместный характер проделанной работы в области сварки.

«В течение 1919 года ряд технических решений, использующих сварку, был передан Комитетом по Стандарту по котлам на рассмотрение в Подкомитет по сварке.

Поскольку деятельность Национального совета по сварке была прекращена, была сформирована новая организация под названием «Американское общество по сварке», в которое вошло Американское бюро сварки. По замыслу, данная организация должна была представлять всю промышленность в целом и, не касаясь коммерческих вопросов, взять на себя проведение исследовательской работы, стандартизацию, а также роль арбитражного органа, призванного содействовать развитию науки и технологий сварки».

В 1935 году был организован Совместный комитет AWS-ASTM по присадочным металлам с целью разработки стандартных технических условий на присадочные прутки, электроды, присадочные металлы и флюсы для этой развивающейся отрасли промышленности США.

В 1969 году эти две организации пришли к соглашению о прекращении совместной деятельности и позволили Американскому обществу по сварке

единолично взять на себя ответственность за совокупность существовавших на тот момент технических условий на присадочные прутки, электроды, присадочные металлы и флюсы.

В 1992 году Совет ASME по Стандартам на технологии с применением высоких давлений разрешил применение материалов, изготовленных согласно техническим условиям, отличным от технических условий AWS. ASME намерено следовать своим процедурам и методикам, действующим в настоящее время при принятии технических условий на материалы, выпущенных AWS и другими признанными национальными и международными организациями.

Секция II, Часть С содержит технические условия на материалы, большинство из которых идентичны соответствующим техническим условиям, опубликованным AWS и другими национальными или международными организациями. Все принятые технические условия либо воспроизведены в Стандарте, если разрешение на это было получено от организации, выпустившей оригинальный документ, либо отражены в ссылках, а информация о том, как можно получить эти документы у выпустивших их организаций, приведена в стандарте. Комитет ASME анализирует все представленные технические условия на материалы и, если возникает необходимость их адаптации для целей Стандарта, вносит в них изменения. Однако, между ASME и AWS, и другими признанными национальными и международными организациями происходит постоянное взаимодействие, и прилагаются усилия по обеспечению идентичности технических условий, выпущенных AWS и другими признанными национальными или международными организациями, и теми техническими условиями, которые опубликованы в Стандарте ASME.

С целью обеспечения четкого понимания пользователями положений Секции II ASME раз в три года публикует как идентичные технические условия, так и их вариант, измененный в целях соответствия Стандарту. Данное издание выходит в трех частях и имеет тот же формат, что и прочие Секции Стандарта, а Дополнения публикуются ежегодно с целью отражения последних изменений, внесенных в технические условия Секции II.

Стандарт ASME по котлам и сосудам давления признан официальным нормативным документом 48 штатами и многими муниципалитетами Соединенных Штатов, а также всеми провинциями Канады.

СПИСОК ИЗМЕНЕНИЙ

Дополнения к изданию Стандарта 2007 г. выпущены в виде замещающих страниц. Изменения, добавления или исключения внесены непосредственно в текст соответствующих страниц. Тем не менее, рекомендуется сохранять все заменяемые страницы для справочных целей.

Замените или добавьте указанные страницы. Приведенные ниже изменения помечены на полях страниц примечанием **A08**, расположенным напротив измененной области. Изменения, внесенные в издание 2007 года, показаны отметкой **07**. В следующем перечне слово *Стр.* указывает на соответствующий участок текста. Пометка на полях **A08**, помещенная напротив заголовка, указывает *местоположение*. Изменения перечислены в графе *Изменение*.

Более подробное объяснение «номеров записей», перечисленных ниже, приводится в «Перечне изменений в порядке нумерации записей», которое следует после данного Списка изменений.

<i>Стр.</i>	<i>Местоположение</i>	<i>Изменение (номер записи)</i>
xi–xxi	Реестр	Изменен для отражения дополнений 2008 года
xxiii–xxv	Члены правления комитета AWS	Изменен для отражения дополнений 2008 года
1/ 7	SFA-5.01	Изменен подзаголовок (07-1706)
10.1–10.10	SFA-5.02/SFA-5.02M	Добавлено (07-1712)
51–58.1	SFA-5.2/SFA-5.2M	Изменено полностью (07-1713)
59, 66	SFA-5.3/SFA-5.3M	Изменен подзаголовок (07-1706)
75, 76	SFA-5.4/SFA-5.4M	(1) В таблице 1 значение содержания Mo для классов E308Mo-XX и E308LMo-XX исправлено в соответствии со списком опечаток (08-304) (2) В таблице 1 значение содержания Ni для класса E410NiMo-XX исправлено в соответствии со списком опечаток (08-304)
96	SFA-5.4/SFA-5.4M	(1) Заголовок рис. A3 изменен в соответствии со списком опечаток (07-1966) (2) Значение слева от рисунка исправлено в соответствии со списком опечаток (07-1966)
110–112	SFA-5.5/SFA-5.5M	(1) В таблице 2, в разделе «Хромомолибденовые стальные электроды», номера UNS W50425, M50426 и W50428 в последнем столбце исправлены в соответствии со списком опечаток (08-726) (2) В таблице 2, в разделе «Никелемолибденовые стальные электроды», номер UNS W21118 в последних двух столбцах исправлен в соответствии со списком опечаток (08-726) (3) В таблице 2, для всех записей под заголовком «Электроды из низколегированной стали общего назначения» последний столбец исправлен в соответствии со списком опечаток (08-726) (4) В таблице 2, последний столбец исправлен в соответствии со списком опечаток для раздела «Электроды из атмосферостойкой стали» (08-726)
175–184.2	SFA-5.7/SFA-5.7M	Изменено полностью (07-1714)
187	SFA-5.8/SFA-5.8M	В таблице 1, значения для Ni и Sn перенесены для BAg-24 в соответствии со списком опечаток (07-1966)
216	SFA-5.9/SFA-5.9M	В таблице 1, у класса ER409Nb удален надстрочный индекс (I) в соответствии со списком опечаток (07-1966)
226	SFA-5.9/SFA-5.9M	Заголовок рис. A1 изменен в соответствии со списком опечаток (07-1966)
345, 356	SFA-5.15	Изменен подзаголовок (07-1706)
363–376.1	SFA-5.16/SFA-5.16M	Изменено полностью (07-1857)
377, 394	SFA-5.17/SFA-5.17M	Изменен подзаголовок (07-1706)

<i>Стр.</i>	<i>Местоположение</i>	<i>Изменение (номер записи)</i>
485, 507	SFA-5.22	Изменен подзаголовок (07-1706)
521–554.1	SFA-5.23/SFA-5.23M	Изменено полностью (07-1704)
565, 580	SFA-5.25/SFA-5.25M	Изменен подзаголовок (07-1706)
589, 605	SFA-5.26/SFA-5.26M	Изменен подзаголовок (07-1706)
615	SFA-5.28/SFA-5.28M	(1) В таблице 1, в разделе «Хромомолибденовые стальные электроды и прутки», значения содержания Cr для номера UNS S50480 исправлены в соответствии со списком опечаток (08-304) (2) В таблице 1, в разделе «Хромомолибденовые стальные электроды и прутки», значения содержания Si и Cr для номера UNS S50482 исправлены в соответствии со списком опечаток (08-304)
637	SFA-5.28/SFA-5.28M	На рис. A2, значения размеров справа от рисунка исправлены в соответствии со списком опечаток (07-1966)
709, 714	SFA-5.32/SFA-5.32M	Изменен подзаголовок (07-1706)
722.1–722.23	SFA-5.34/SFA-5.34M	Добавлено (07-1703)

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОРЯДКЕ НУМЕРАЦИИ ЗАПИСЕЙ

Номер записи	Изменение
07-1703	SFA-5.34/SFA-5.34M добавлено.
07-1704	SFA-5.23/SFA-5.23M изменено.
07-1706	SFA-5.01: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R1999). SFA-5.3: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R2007). SFA-5.15: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R2006). SFA-5.17: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R2007). SFA-5.22: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R2005). SFA-5.25: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R2003). SFA-5.26: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R2003). SFA-5.32: Внесены изменения для отражения повторного подтверждения AWS (R2007).
07-1712	SFA-5.02/SFA-5.02M добавлено.
07-1713	SFA-5.2/SFA-5.2M изменено.
07-1714	SFA-5.7/SFA-5.7M изменено.
07-1857	SFA-5.16/SFA-5.16M изменено.
07-1966	Исправлены опечатки.
08-304	Исправлены опечатки.
08-726	Исправлены опечатки.

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

МЕТАЛЛЫ ПРИСАДОЧНЫЕ РУКОВОДСТВО ПО ПОСТАВКЕ



SFA-5.01



(Идентичны техническим условиям AWS A5.01:1993 (R1999). В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

A08

1. Область применения

Настоящий документ, наряду с Техническими условиями AWS на присадочные металлы, предназначен для описания единообразного метода представления тех подробных сведений, которые необходимы при закупке присадочных металлов:

(1) Классификация присадочного металла (выбирается из Технических условий AWS на соответствующий присадочный металл);

(2) Классификационное обозначение партии (выбирается из Секции 5 данного документа);

(3) Уровень программы испытаний (выбирается из таблицы 1 и Секции 6 «Уровень испытаний» данного документа).

2. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классификационное обозначение на самом изделии, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям указанных Технических условий.

3. Система обеспечения качества, применяемая изготовителем

3.1 Сертификация изделия осуществляется с помощью программы обеспечения качества, при помощи которой изготовитель проверяет, отвечает ли данное изделие требованиям соответствующих Технических условий. Такая программа включает в себя планирование, документирование, слежение, контроль, испытания и сертификацию результатов испытаний. Сюда также входит проверка контрольно-измерительной аппаратуры и любого материала, не соответствующего Техническим условиям. Программа предусматривает проверку технологических процессов и предусматривает разработку и внесение любых необходимых поправок.

3.2 Анализ программы обеспечения качества, применяемой изготовителем, на предмет ее соответствия конкретным требованиям покупателя является обязанностью самого покупателя.

3.3 Если дистрибьюторы получают электроды без упаковки, сами упаковывают их для дальнейшего распределения или производят новую упаковку со своим собственным ярлыком, то они должны иметь соответствующую систему контроля для того, чтобы содержание упаковки отслеживалось по первоначальным данным изготовителя.

4. Определения и идентификация материалов

4.1 Введение. В процессе изготовления компоненты присадочного металла разделяются на отдельные, заранее определенные части так, чтобы удовлетворительные испытания образца из этого количества показывали, что все это количество в совокупности отвечает требованиям Технических условий. Эти части, выраженные терминами *плавка, партия, композиция, порция и смесь*, различаются по размерам, которые определяются изготовителем. Тем не менее, в целях идентификации каждый изготовитель определяет для каждого такого количества свое обозначение. Это обозначение обычно состоит из ряда цифр или букв и их сочетаний, которые позволяют изготовителю определить дату и время (или рабочую смену) изготовления, тип и источник используемого сырья, а также детали технологических процессов, применяемых при производстве присадочного металла. Это обозначение сохраняется за присадочным металлом и впоследствии может при необходимости быть использовано для идентификации материала.

4.2 Определения. Термины *сухой замес, сухая композиция, влажная смесь и плавка* в том виде, в каком они определены и используются в настоящем документе, относятся к дискретным частям компонентов, используемых при изготовлении *партии* присадочного металла. Ниже приведены определения этих терминов и соображения, которые должны быть приняты во внимание при идентификации компонентов, к которым они относятся.

4.2.1 Сухой замес. Сухой замес представляет собой определенное количество сухих ингредиентов, смешиваемых за один раз в одном смесителе. При введении в сухой замес жидкого связующего вещества получают влажную смесь. Сухой замес может быть разделен на более мелкие части, причем введение жидкого связующего вещества дает столько влажных смесей, сколько было этих более мелких частей.

4.2.2 Сухая композиция. Сухая композиция состоит из двух или более сухих замесов, некоторое количество каждой из которых соединяют в определенные пропорции, а затем смешивают в смесителе. Получается большое количество, в котором ингредиенты распределены с такой же равномерностью, как если бы за один раз в большом смесителе было смешано все количество. Сухая композиция, так же как и сухой замес, может быть использована отдельно или может быть разделена на меньшие части, которые при добавлении жидкого связующего вещества дают одну или несколько влажных смесей.

4.2.3 Влажная смесь. Влажная смесь представляет собой сочетание жидкого связующего вещества и сухого замеса или сухой композиции, или часть одной из этих частей, смешанную за один раз в одном смесителе.

4.2.4 Плавка. Плавка металла, предназначенного для изготовления плавких вставок, твердых припоев и присадочного металла для пайки-сварки, сплошных электродов и прутков, проволоки для покрытых электродов и оболочек (лент или трубок композиционного электрода или прутка), определяется одним из следующих признаков, в зависимости от метода плавки и рафинирования металла.

4.2.4.1 Если в процессе производства металла происходит реакция шлак-металл или газ-металл (например, в мартеновской печи, дуговой электропечи, кислородном конвертере или аргонокислородной печи), плавка представляет собой материал, получаемый из одного печного расплава.

4.2.4.2 Если в процессе производства металла не происходит существенных химических реакций (например, при индукционной плавке в контролируемой атмосфере или в вакууме), то под плавкой подразумевают непрерывную серию расплавов из одной контролируемой порции металлов и легирующих компонентов в одной плавильной печи в одних и тех же условиях плавления. Каждый расплав должен соответствовать диапазону химического состава, одобренному покупателем данного материала (т.е. изготовителем присадочного металла).

4.2.4.3 Если технология предусматривает непрерывность плавки и отливки (например, переплавка с применением плавящегося электрода), то плавкой называют непрерывную серию расплавов, полученных в одной печи при одних и тех же условиях плавки при использовании одного или более плавящихся электродов, изготовленных из плавки, отвечающей требованиям пп. 4.2.4.1 или 4.2.4.2. Каждый переплав должен соответствовать диапазону химического состава, одобренному покупателем данного материала (т.е. изготовителем присадочного металла).

4.3 Идентификация плавких вставок, твердых припоев и присадочного металла для пайки-сварки, сплошной электродной проволоки, прутков, полос, электродной проволоки для покрытых электродов и оболочек (лент или трубок) композиционных электродов

4.3.1 Номер плавки. Обозначенные идентификационным номером плавки сплошная электродная проволока, проволока для электродов с покрытием, прутки, ленты, плавкие вставки и присадочный металл для пайки твердым припоем должны состоять из материала одной плавки металла.

4.3.2 Контролируемый химический состав. Сплошная электродная проволока, проволока для электродов с покрытием, прутки, ленты, плавкие вставки, твердые припои и присадочный металл (применяемый при пайке-сварке), которые идентифицируются по контролируемому химическому составу, а не по номеру плавки, должны представлять собой бухты проката, взятого из одной или нескольких плавков, из которых были отобраны образцы для химического анализа.¹ Результаты анализа каждого образца не должны выходить за пределы состава этого материала, определяемые изготовителем. От бухт с прокатных станов, которые не допускают соединение внахлест, образец может быть отрезан только с одного конца. У бухт с прокатных станов, допускающих соединение внахлест, образцы отрезают с обоих концов, причем допускается не более одного соединения внахлест на бухту.

4.4 Идентификация покрывающей смеси

¹ В случае присадочных металлов на основе алюминия и раскисленной меди химический анализ бухт не проводится.

4.4.1 Влажная смесь. Покрытие, идентифицируемое как влажная смесь, должно быть выполнено из отдельно взятой влажной смеси для каждой партии электродов.

4.4.2 Контролируемый химический состав. Покрытие, идентифицируемое по контролируемому составу (а не как влажная смесь), должно состоять из одной или более влажных смесей и должно подвергаться испытаниям как до нанесения на электродную проволоку, так и после, дабы гарантировать эквивалентность всех влажных смесей, входящих в состав партии. Эти испытания включают в себя химический анализ, результаты которого не должны выходить за допустимые пределы, установленные изготовителем. Необходимо задокументировать идентификационное обозначение методики испытаний и результаты испытаний.

4.5 Идентификация компонентов сердечника электрода

4.5.1 Сухая композиция. Компоненты сердечников электродов, идентифицируемые по сухой композиции, должны состоять из одного сухого замеса или сухой композиции.

4.5.2 Контролируемый химический состав. Компоненты сердечников электродов, идентифицируемые по контролируемому химическому составу, состоят из одной или нескольких сухих композиций и должны подвергаться достаточным испытаниям, чтобы гарантировать эквивалентность всех сухих композиций, входящих в состав партии. Эти испытания должны включать в себя химический анализ, результаты которого не должны выходить за допустимые пределы, установленные изготовителем. Необходимо задокументировать идентификационное обозначение методики испытаний, результаты испытаний.

5. Классификационное обозначение партий

5.1 Покрытые электроды

5.1.1 Класс С1. Партией класса С1 считается стандартная партия изготовителя, как определено в программе обеспечения качества, применяемой изготовителем.

5.1.2 Класс С2. Партией покрытых электродов класса С2 считается количество, не превышающее 100 000 фунтов (45 350 кг), электродов любого размера и класса, изготовленное за 24 ч последовательного производства в обычном режиме (т.е. при нормальной последовательности рабочих смен).

5.1.3 Класс С3. Партией покрытых электродов класса С3 считается количество, не превышающее 100 000 фунтов (45 350 кг), электродов любого размера и класса, изготовленное за 24 ч последовательного производства в обычном режиме (т.е. при нормальной последовательности рабочих смен). Электроды класса С3 должны быть изготовлены с покрытием, идентифицированным по влажной смеси (п. 4.4.1) или контролируемому химическому составу (п. 4.4.2), и с электродной проволокой, идентифицированной по номеру плавки (п. 4.3.1) или контролируемому химическому составу (п. 4.3.2).²

5.1.4 Класс С4. Партией покрытых электродов класса С4 считается количество электродов любого размера и одного класса, изготовленное из одной влажной смеси (п. 4.4.1) и одной плавки электродной проволоки (п. 4.3.1).³

² В покрытых электродах с металлическим сердечником используется электродная проволока класса Т2 (см. п. 5.3.2).

³ В покрытых электродах с металлическим сердечником используется электродная проволока класса Т3 (см. п. 5.3.3).

5.1.5 Класс C5. Партией покрытых электродов класса C5 считается количество электродов любого размера и одного класса, изготовленное из одной сухой композиции покрывающей смеси и одной плавки электродной проволоки (п. 4.3.1).

5.2 Сплошные электроды и прутки без покрытия, твердые припой и присадочный металл для пайки-сварки, и плавкие вставки

5.2.1 Класс S1. Партией класса S1 сплошных электродов и прутков без покрытия, твердых припоев и присадочного металла для пайки-сварки и плавких вставок считается стандартная партия изготовителя, как определено в программе обеспечения качества, которой руководствуется изготовитель.

5.2.2 Класс S2. Партией класса S2 сплошных электродов и прутков без покрытия, твердых припоев и присадочного металла для пайки-сварки и плавких вставок считается количество, не превышающее 100 000 фунтов (45 350 кг), этих материалов одного класса, типоразмера, вида и состава, изготовленное за 24 ч последовательного производства в обычном режиме (т.е. при нормальной последовательности рабочих смен). Электроды класса S2 должны быть изготовлены из одной плавки (п. 4.3.1) или из материала, идентифицированного по контролируемому химическому составу (п. 4.3.2).

5.2.3 Класс S3. Партией класса S3 сплошных электродов и прутков без покрытия, твердых припоев и присадочного металла для пайки-сварки и плавких вставок считается количество этих материалов одного типоразмера, изготовленное за один производственный цикл из одной плавки.

5.2.4 Класс S4. Партией класса S4 сплошных электродов и прутков без покрытия, твердых припоев и присадочного металла для пайки-сварки и плавких вставок считается количество, не превышающее 100 000 фунтов (45 350 кг), этих материалов одного класса, типоразмера, вида и состава, изготовленное по одному и тому же производственному графику. Электроды класса S4 должны быть изготовлены из одной плавки (п. 4.3.1) или из материала, идентифицированного по контролируемому химическому составу (п. 4.3.2).

5.3 Электроды с сердечником из флюса и электроды и прутки с металлическим сердечником

5.3.1 Класс T1. Партией класса T1 электродов с сердечником из флюса или электродов и прутков с металлическим сердечником считается стандартная партия изготовителя, как определено в программе обеспечения качества, которой руководствуется изготовитель.

5.3.2 Класс T2. Партией электродов с сердечником из флюса или электродов и прутков с металлическим сердечником класса T2 считается количество, не превышающее 100 000 фунтов (45 350 кг), электродов одного размера и класса, изготовленное за 24 ч последовательного производства в обычном режиме (т.е. при нормальной последовательности рабочих смен). Электроды класса T2 должны быть изготовлены из трубки или ленты, идентифицированной по номеру плавки (п. 4.3.1) или по контролируемому химическому составу (п. 4.3.2). Идентификация компонентов сердечника должна проводиться как предписано в пп. 4.5.1 или 4.5.2.

5.3.3 Класс T3. Партией электродов с сердечником из флюса или электродов и прутков с металлическим сердечником класса T3 считается количество, изготовленное из одной плавки (п. 4.3.1) и одной сухой порции или одной сухой композиции материалов сердечника. Идентификация компонентов сердечника должна проводиться как предписано в п. 4.5.1.

5.3.4 Класс T4. Партией электродов с сердечником из флюса или электродов и прутков с металлическим сердечником класса T4 считается

количество, не превышающее 100 000 фунтов (45 350 кг), этих материалов одного размера и класса, изготовленное по одному производственному графику из трубки или ленты, идентифицированной по номеру плавки (п. 4.3.1) или контролируемому химическому составу (п. 4.3.2). Идентификация компонентов сердечника должна проводиться как предписано в пп. 4.5.1 или 4.5.2.

**ТАБЛИЦА 1
УРОВЕНЬ ИСПЫТАНИЙ**

Программа	Требования Секции	Ссылка
F ^a	Уровень стандартных испытаний изготовителя	6.2
G	Испытания материала из любого производственного цикла в пределах 12 мес., предшествующих дате заказа на покупку	6.3
H	Только химический анализ для каждой отгруженной партии	6.4
I	Испытания в соответствии с Табл. 2 для каждой отгруженной партии	6.5
J	Все классификационные испытания, необходимые согласно Техническим условиям AWS на присадочный металл, для каждой отгруженной партии	6.6
K ^b	Все испытания, назначаемые покупателем для каждой отгруженной партии	6.7

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Эта программа применяется автоматически, если не задана другая программа.
- В Секции 8 «Дополнительные требования» Технических условий могут быть указаны некоторые дополнительные испытания.

5.4 Флюс для дуговой сварки под флюсом, пайки твердым припоем и пайки-сварки

5.4.1 Класс F1. Партией флюса класса F1 считается стандартная партия изготовителя, как определено в программе обеспечения качества, применяемой изготовителем.

5.4.2 Класс F2. Партией флюса класса F2 считается количество флюса, изготовленное из одного и того же сочетания исходных материалов по одному производственному графику.

6. Уровень испытаний

6.1 Общие положения. Уровень программы испытаний выбирается покупателем из списка, приведенного в таблице 1.

6.2 Программа F. Уровень испытаний должен соответствовать стандарту изготовителя. Положение о том, что «Поставляемые изделия должны отвечать требованиям применимых Технических условий AWS на присадочный металл при проведении испытаний в соответствии с этими

техническими условиями», и сводка типичных свойств материала, испытанного таким образом, предоставляются по письменному запросу. Классификационное обозначение партии должно соответствовать стандарту изготовителя.

6.3 Программа G. Для материала из любой партии, выпущенной в течение 12 месяцев, предшествующих дате заказа на покупку, должен быть предоставлен сертифицированный Акт об испытаниях. Он должен содержать результаты всех испытаний, установленных для данного класса в Технических условиях AWS. Для цветных металлов, идентифицированных по контролируемому химическому составу, следует предоставлять Сертификат соответствия диапазону химического состава данной партии. Классификационное обозначение партии должно соответствовать стандарту изготовителя.

6.4 Программа H. Изготовитель должен предоставлять данные химического анализа каждой отгруженной партии. Он содержит данные по тем элементам, список которых приведен в Технических условиях AWS. Для цветных металлов, идентифицированных по контролируемому химическому составу, следует предоставлять Сертификат соответствия диапазону химического состава данной партии. Классификационное обозначение партии определяется покупателем по списку, приведенному в Секции 5, «Классификационное обозначение партии», данного документа.

6.5 Программа I. Сертифицированный Акт об испытаниях, требуемых согласно таблице 2, должен быть предоставлен изготовителем для каждой отгруженной партии. Эти испытания представляют собой обобщенную подборку испытаний, которые часто запрашиваются для сертификации плавких сварочных материалов, однако они не обязательно включают в себя все испытания, необходимые по программе J. Испытания должны проводиться как предписано для данного класса в Технических условиях AWS. Для цветных металлов, идентифицированных по контролируемому химическому составу, следует предоставлять Сертификат соответствия диапазону химического состава данной партии. Классификационное обозначение партии определяется покупателем по списку, приведенному в Секции 5, «Классификационное обозначение партии», данного документа.

6.6 Программа J. Сертифицированный Акт об испытаниях, установленных для данного класса Техническими условиями AWS, должен быть предоставлен изготовителем для каждой отгруженной партии. Для цветных металлов, идентифицированных по контролируемому химическому составу, следует предоставлять Сертификат соответствия диапазону химического состава данной партии. Классификационное обозначение партии определяется покупателем по списку, приведенному в Секции 5, «Классификационное обозначение партии», данного документа.

6.7 Программа K. Дополнительно к любым испытаниям, необходимым согласно Техническим условиям AWS, или вместо них, покупатель может потребовать проведения других испытаний, например, испытания после заданной термической обработки или процедур идентификации сплава (см. Секцию 8, «Дополнительные требования», в котором приведено полное описание процедур идентификации сплавов). Во всех подобных случаях покупатель должен указать в заказе на покупку конкретные испытания и процедуры, которые необходимо провести, и требования, которые следует выполнять. Классификационное обозначение партии определяется покупателем по списку, приведенному в Секции 5, «Классификационное обозначение партии», данного документа.

7. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают соответствующим требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Материал, пробы или образцы для повторных испытаний следует отбирать из первоначального или из одного или двух новых опытных узлов или сборок. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

8. Дополнительные требования — Министерство обороны

8.1 Требования к контролю. Если в контракте или заказе на покупку не оговорены другие требования, изготовитель несет ответственность за выполнение всех установленных требований к контролю и испытаниям, как указано в Программе K, таблица 1 настоящего документа. Если в заказе на покупку не оговорено иное, изготовитель может использовать свое собственное или любое другое оборудование для обеспечения выполнения требований к контролю и испытаниям, определенным в настоящем документе при условии одобрения покупателем. Покупатель оставляет за собой право осуществлять любые виды контроля, предусмотренные в Технических условиях, если такой контроль оказывается необходимым для того, чтобы гарантировать соответствие поставляемых материалов и выполняемых операций установленным требованиям.

8.1.1 Классификация контроля. Требования к контролю, установленные в настоящем документе, классифицируются следующим образом:

- (a) Квалификационный контроль;
- (b) Контроль соответствия качества.

8.1.2 Условия контроля. В отсутствие других указаний все виды контроля должны осуществляться в соответствии с требованиями, установленными в настоящем документе, а за внешние условия принимаются лабораторные условия.

8.1.3 Квалификационный контроль. Квалификационный контроль должен проводиться в лаборатории, отвечающей требованиям покупателя. Контроль включает внешний осмотр и испытания, указанные в документах на поставку. Изготовитель должен создать и поддерживать приемлемую для покупателя систему контроля поставок и услуг, являющихся частью настоящих Технических условий.

8.2 Идентификация сплавов. Процедуры идентификации сплавов обеспечивают разделение на типы путем проверки качества на всех стадиях изготовления присадочных металлов. Методика испытания может предусматривать химический анализ, применение устройств сортировки металла или комбинации методов. При необходимости, процедуры идентификации сплавов могут быть заданы в бланках заявок на закупку в соответствии с п. III, «Другие требования».⁴

8.2.1 Идентификация сплавов для изготовления электродной проволоки. Оба конца прутка, проволоки или ленты, подлежащих сращиванию во время производства, должны быть испытаны на идентификацию

⁴Формы бланков заявок на закупку и примеры их использования см. в Таблице A1 - A7 Приложения.

ТАБЛИЦА 2
ПРОГРАММА I – ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ a,b,c

Тип изделия	Углеродистая сталь		Низколегированная сталь		Нержавеющая сталь	Никель и никелевые сплавы	Для наплавления поверхности		Чугун	Алюминий и алюминиевые сплавы	Медь и медные сплавы	Магний и магниевые сплавы	Титан и титановые сплавы	Цирконий и циркониевые сплавы	Твердые припои и присадочные металлы для пайки-сварки
	...	...	...	...			...	...							
Покрытые сплошные электроды и электроды (композиционные) с металлическим сердечником для дуговой сварки металлическим покрытым электродом	(A5.1)		(A5.5)		(A5.4)	(A5.11)	(A5.13)	(A5.21)	(A5.15)	(A5.3)	(A5.6)	-	-	-	-
	1,2,3,4,5 ^d		1,2,3,4,5 ^d		1	1,2,4,6	1	1	1	1	1,4				
Голые сплошные электроды и электроды (композиционные) и прутки с металлическим сердечником для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, плазменно-дуговой сварки, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и электрогазовой сварки	(A5.18)	(A5.26)	(A5.26)	(A5.28)	(A5.9)	(A5.14)	(A5.13)	(A5.21) ^e	(A5.15)	(A5.10)	(A5.7)	(A5.19)	(A5.16)	(A5.24)	-
	1,2,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,4	1	1	1	1	1	1,4 ^f ,9 ^f	1	1	1	1	
Голые сплошные электроды и электроды (композиционные) с металлическим сердечником для дуговой сварки под флюсом	(A5.17)		(A5.23)		(A5.9)	(A5.14)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1		1		1	1									
Электроды с сердечником из флюса для дуговой сварки электродом с флюсовым сердечником и газозлектрической сварки	(A5.20)	(A5.26)	(A5.26)	(A5.29)	(A5.22)	-	-	-	(A5.15)	-	-	-	-	-	-
	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1				1						
Комбинации электрода (сплошного или с металлическим сердечником) с флюсом для дуговой сварки под флюсом и электрошлаковой сварки	(A5.17)	(A5.25)	(A5.23)	(A5.25)	-	-	-	-	(A5.15)	-	-	-	-	-	-
	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4	1,2,3,4					1						
Сплошные и композиционные прутки для кислородно-газовой сварки	(A5.2)		(A5.2)		-	-	(A5.13)	(A5.21)	(A5.15)	(A5.10)	(A5.27)	(A5.19)	-	-	-
	1		1				1	1	1	1,9	1	1			
Плавкие вставки	(A5.30)		(A5.30)		(A5.30)	(A5.30)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1		1		1	1									
Голые твердые припои и присадочные металлы для пайки-сварки	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(A5.8)
															1
Твердые припои вакуумных марок	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(A5.8)
															1,7
Порошковые твердые припои	-		-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(A5.8)
															1,8

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Обозначения в скобках относятся к Техническим условиям AWS на присадочные металлы.

b. Испытания, перечисленные в этой таблице, проводятся только в тех случаях, когда для данного класса этого требуют соответствующие Технические условия AWS. Испытания проводят так, чтобы обеспечить соответствие применяемым Техническим условиям. Результаты испытаний при одинаковой величине тока и полярности должны быть адекватны.

c. Ниже приведены принятые обозначения испытаний:

1 – Химический анализ	6 – Испытание на изгиб (растяжение лицевой стороны шва, на боковой изгиб или оба эти испытания)
2 – Испытание на разрыв	7 – Характеристики разбрызгивания
3 – Испытание на удар	8 – Ситовый анализ
4 – Испытание на бездефектность	9 – Валиковая проба шва (радиографический контроль)
5 – Испытание на влагостойкость	

d. Только для электродов с низким содержанием водорода.

e. Электроды, применяемые при дуговой сварке металлическим покрытым электродом.

f. Испытание 4 – для электродов.
Испытание 9 – для прутков.

сплава непосредственно перед сращиванием на производственном этапе, кроме случаев выполнения сращивания для устранения разрыва проволоки без снятия проволоки с технологической линии. Оба конца каждой бухты проволоки, протянутой до окончательного размера, должны быть испытаны на идентификацию сплава перед операцией резки электродной проволоки на прямые куски.

8.2.1.1 Однополосные рулоны. При непрерывном процессе производства, когда однополосный рулон катанки протягивают до окончательного размера, правят и нарезают на куски без снятия с машины, оба конца каждого рулона катанки должны быть испытаны на идентификацию сплава непосредственно перед началом непрерывного технологического процесса.

8.2.1.2 Составные рулоны. Если в ходе непрерывного технологического процесса необходимо срастить несколько рулонов, оба конца каждого рулона, подлежащего сращиванию, должны быть испытаны на идентификацию сплава на производственном этапе непосредственно перед сращиванием. Кроме того, ведущий конец первого рулона и хвостовой конец

последнего рулона, предназначенный для непрерывного технологического процесса, должны быть испытаны на идентификацию сплава.

8.3 Ответственность за соответствие техническим требованиям. Все изделия должны отвечать всем предъявляемым требованиям. Контроль, предусмотренный настоящими Техническими условиями, должен стать частью общей системы контроля или системы обеспечения качества, которая принята изготовителем. Отсутствие требований к какому-либо виду контроля в технических условиях не освобождает подрядчика от ответственности за обеспечение соответствия всех изделий или поставок, представленных для приемки, всем требованиям контракта. Выборочный контроль, как составная часть производственного процесса, является общепринятой практикой для установления соответствия требованиям; тем не менее, это не дает право на представление заведомо дефектного (номинально или фактически) материала и не обязывает покупателя принимать дефектный материал.

Приложение

Руководство к Техническим условиям Американского общества по сварке (AWS) «Металлы присадочные. Руководство по поставке»

(Данное Приложение не является частью документа ANSI/AWS A5.01:1993 (R1999), «Металлы присадочные. Руководство по поставке», а включено в него только для информации.)

A08

A1. Введение

Настоящее руководство прилагается к Техническим условиям в качестве источника информации. Оно не является обязательным и не представляет собой часть данных технических условий. Его цель состоит в предоставлении описаний и примеров в помощь пользователям документа A5.01, «Металлы присадочные. Руководство по поставке».

A2. Общая информация

Общие требования, требования к испытаниям, методика испытаний, методы изготовления, маркировки и упаковки присадочных металлов установлены в Технических условиях на присадочный металл и не подлежат дублированию или видоизменению в настоящих Технических условиях, если этого не требует покупатель. На задней стороне обложки данного документа приводится полный список технических условий на присадочные металлы.

ТАБЛИЦА A1
РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ЗАКУПОЧНЫЙ БЛАНК
ДЛЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

I. Общие вопросы	
A. Количество	_____
B. Технические условия AWS	_____
C. Классификация AWS	_____
D. Дополнительные обозначения, если необходимо	_____
E. Диаметр	_____
F. Длина	_____
G. Тип и масса единичной упаковки	_____
1. Картонная	_____
2. Жестяная	_____
3. Другое	_____
II. Сертификация и испытания	
A. Классификационное обозначение партии (см. п. 5.1)*	_____
B. Уровень испытаний (см. пп. 6.1–6.7)*	_____
III. Другие требования	

* Если конкретная информация отсутствует (место оставлено пустым), то следует применять требования Технических условий AWS (см. пункты «Сертификация» и «Приемка» в основной части документа и пояснения к этим пунктам в Приложении к Техническим условиям, указанным в п. IV этого бланка).

ТАБЛИЦА A2
РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ЗАКУПОЧНЫЙ БЛАНК
ДЛЯ СПЛОШНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ
БЕЗ ПОКРЫТИЯ

I. Общие вопросы	
A. Количество	_____
B. Технические условия AWS	_____
C. Классификация AWS	_____
D. Дополнительные обозначения, если необходимо	_____
E. Диаметр	_____
F. Длина (для прутков)	_____
G. Тип и масса единичной упаковки	_____
1. Катушка	_____
2. Бухта с бобиной	_____
3. Бухта без бобины	_____
4. Обод (шпилька)	_____
5. Барабан	_____
6. Прямые отрезки	_____
7. Другое	_____
II. Сертификация и испытания	
A. Классификационное обозначение партии (см. п. 5.2)*	_____
B. Уровень испытаний (см. пп. 6.1–6.7)*	_____
III. Другие требования	

* Если конкретная информация отсутствует (место оставлено пустым), то следует применять требования Технических условий AWS (см. пункты «Сертификация» и «Приемка» в основной части документа и пояснения к этим пунктам в Приложении к Техническим условиям, указанным в п. IV этого бланка).

Приведенные в таблице A1–A5 формы подробных закупочных бланков представляют собой бланки, рекомендуемые как руководство для составления контрольного перечня подробных требований к присадочным металлам при закупке. Они могут также служить как основа для эффективной связи между различными подразделениями одной организации (например, связи между сварочным цехом и производственным отделом в отношении требований к присадочному металлу, который подлежит закупке).

Примеры использования закупочных бланков приведены в таблицах A6 и A7. В таблице A6 на четырех примерах показано, как различная упаковка, классификационное обозначение партии, дополнительные обозначения и требования к испытаниям были бы заданы в заказе на покупку 1000 фунтов (453 кг) электродов класса E7018 диаметром $\frac{3}{16}$ дюйма (4,8 мм). Различия показаны ниже.

ТАБЛИЦА А3
РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ЗАКУПОЧНЫЙ БЛАНК
ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ С ФЛЮСОВЫМ
ИЛИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ СЕРДЕЧНИКОМ

I. Общие вопросы	
A. Количество	_____
B. Технические условия AWS	_____
C. Классификация AWS	_____
D. Дополнительные обозначения, если необходимо	_____
E. Диаметр	_____
F. Тип и масса единичной упаковки	_____
1. Катушка	_____
2. Бухта с бобиной	_____
3. Бухта без бобины	_____
4. Обод (Шпунка)	_____
5. Барабан	_____
6. Другое	_____
II. Сертификация и испытания	
A. Классификационное обозначение партии (см. п. 5.3)*	_____
B. Уровень испытаний (см. пп. 6.1–6.7)*	_____
III. Другие требования	

* Если конкретная информация отсутствует (место оставлено пустым), то следует применять требования Технических условий AWS (см. пункты «Сертификация» и «Приемка» в основной части документа и пояснения к этим пунктам в Приложении к Техническим условиям, указанным в п. IV этого бланка).

Пример 1: Заданы те требования к испытаниям и сертификации, которые изготовитель электродов использует в качестве «стандартной практики» в своей производственной деятельности (см. таблицу 1 в основной части настоящих Технических условий).

Пример 2: Требования предусматривают 10-фунтовые единичные упаковки, дополнительное обозначение –1 (читается как «минус один») и для отгруженной партии – документ, в котором приведены результаты химического анализа, результаты испытаний на разрыв, удар и бездефектность шва, а также содержание влаги в покрытии (для электродов с низким содержанием водорода, в соответствии с требованиями Технических условий на присадочный металл). См. таблицы 1 и 2. В этом случае за классификационное обозначение партии принимается стандарт изготовителя (см. п. 5.1.1).

Пример 3: Требования предусматривают 10-фунтовые единичные упаковки, дополнительное обозначение H4 и для отгруженной партии – документ, в котором приведены результаты всех испытаний, необходимых согласно стандарту ANSI/AWS A5.1 для классификации электродов E7018. Правила присвоения классификационных обозначений партии для этого случая приведены в п. 5.1.3.

Пример 4: В этом случае требования те же, что и в Примере 3, за исключением того, что длина электрода составляет 18 дюймов, и применяется дополнительное обозначение H4R. Классификационное обозначение партии для данного случая определяется согласно п. 5.1.2, а уровень испытаний тот же, который задан покупателем в пункте III, «Другие требования». В этом случае обязательными испытаниями будут классификационные (для электрода), за исключением того, что испытаниям по определению механических свойств (прочности и ударной вязкости) будет подвергаться металл шва, вырезанный из испытательного сварного узла после проведения послесварочной термической обработки при температуре $1200 \pm 25^\circ\text{F}$ ($650 \pm 15^\circ\text{C}$) в течение 12 ч при скоростях нагрева и охлаждения, как указано в пункте III, «Другие требования».

В таблице А7 показано заполнение закупочного бланка в целях обозначения требований к присадочному алюминию, поставляемому в виде прямых отрезков (прутков) и намотанной проволоки (электродов) согласно Техническим условиям на присадочный металл ANSI/AWS A5.10, *Электроды и прутки без покрытия из алюминия и алюминиевых сплавов*. Случай с прутками показан в Примере 5, а с намотанными электродами в Примере 6. В обоих случаях проводятся испытания, необходимые согласно таблице 2, как указано в Программе I (см. описание в таблице 1). Испытания алюминиевых прутков отличаются от испытаний алюминиевых электродов, но в этом случае другие требования не предъявляются.

ТАБЛИЦА А4
РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ЗАКУПОЧНЫЙ БЛАНК ДЛЯ
ЭЛЕКТРОДОВ И ФЛЮСОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ ПОД ФЛЮСОМ,
ТВЕРДЫХ ПРИПОЕВ И ПРИСАДОЧНОГО МЕТАЛЛА ДЛЯ ПАЙКИ-СВАРКИ

	Электрод	Флюс
I. Общие вопросы		
A. Количество	_____	_____
B. Технические условия AWS	_____	_____
D. Дополнительные обозначения, если необходимо	_____	_____
E. Диаметр	_____	_____
F. Тип и масса единичной упаковки	_____	_____
1. Катушка	_____	_____
2. Бухта с бобиной	_____	_____
3. Бухта без бобины	_____	_____
4. Обод (шпулька)	_____	_____
5. Барабан	_____	_____
6. Мешок, ящик или цилиндрический контейнер (для флюса)	_____	_____
7. Другое	_____	_____
II. Сертификация и испытания		
A. Классификационное обозначение партии (см. пп. 5.2 и 5.4)*	_____	_____
B. Уровень испытаний (см. пп. 6.1 - 6.7)*	_____	_____
III. Другие требования	_____	_____

* Если конкретная информация отсутствует (место оставлено пустым), то следует применять требования Технических условий AWS (см. пункты «Сертификация» и «Приемка» в основной части документа и пояснения к этим пунктам в Приложении к Техническим условиям, указанным в п. IV этого бланка).

ТАБЛИЦА А5
РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ЗАКУПОЧНЫЙ БЛАНК ДЛЯ
ПЛАВКИХ ВСТАВОК

I. Общие вопросы	
A. Количество ^a	_____
B. Технические условия AWS	_____
C. Классификация AWS	_____
D. Форма (класс)	_____
E. Модель	_____
F. Размер	_____
II. Сертификация и испытания	
A. Классификационное обозначение партии (см. п. 5.2) ^b	_____
B. Уровень испытаний (см. пп. 6.1 - 6.7) ^b	_____
III. Другие требования	_____

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Количество отрезков или футов, в зависимости от модели.
- Если конкретная информация отсутствует (место оставлено пустым), то следует применять требования Технических условий AWS (см. пункты «Сертификация» и «Приемка» в основной части документа и пояснения к этим пунктам в Приложении к Техническим условиям, указанным в п. IV этого бланка).

ТАБЛИЦА А6
ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ РЕКОМЕНДОВАННОГО ЗАКУПОЧНОГО БЛАНКА ДЛЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

	Примеры			
	1	2	3	4
I. Общие вопросы				
A. Количество	1000 фунтов	1000 фунтов	1000 фунтов	1000 фунтов
B. Технические условия AWS	A5.1	A5.1	A5.1	A5.1
C. Классификация AWS	E7018	E7018	E7018	E7018
D. Дополнительные обозначения		-1	H4	H4R
E. Диаметр	$\frac{3}{16}$ дюйма	$\frac{3}{16}$ дюйма	$\frac{3}{16}$ дюйма	$\frac{3}{16}$ дюйма
F. Длина	14 дюймов	14 дюймов	14 дюймов	18 дюймов
G. Тип и масса единичной упаковки				
1. Картонная	50 фунтов			
2. Жестяная		10 фунтов	10 фунтов	10 фунтов
3. Другое				
II. Сертификация и испытания				
A. Классификационное обозначение партии	C1	C1	C3	C2
B. Уровень испытаний	Программа F	Программа I	Программа J	Программа K
III. Другие требования (относятся только к Примеру 4)	Поставленные партии электродов должны отвечать всем требованиям к классификационным испытаниям согласно Техническим условиям. Прочность и ударная вязкость металла шва должна отвечать требованиям Технических условий после послесварочной термической обработки при температуре $1200 \pm 25^\circ\text{F}$ в течение 12 ч. Скорость нагрева и охлаждения при температуре свыше 600°F не должна превышать $200^\circ\text{F}/\text{ч}$.			

ТАБЛИЦА А7
ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ РЕКОМЕНДОВАННОГО ЗАКУПОЧНОГО БЛАНКА
ДЛЯ ГОЛЫХ СПЛОШНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ
ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ

	5	6
I. Общие вопросы		
A. Количество	400 фунтов	1000 фунтов
B. Технические условия AWS	A5.10	A5.10
C. Классификация AWS	R4043	ER4043
D. Диаметр	$\frac{3}{32}$ дюйма	$\frac{3}{64}$ дюйма
E. Длина	36 дюймов	-
F. Тип и масса единичной упаковки		
1. Катушка	-	4 дюйма, 1фунт
2. Бухта с бобиной	-	-
3. Бухта без бобины	-	-
4. Обод (шпулька)	-	-
5. Барабан	-	-
6. Прямые отрезки	5 фунтов	-
II. Сертификация и испытания		
A. Классификационное обозначение партии	Класс S2	Класс S2
B. Уровень испытаний	Программа I	Программа I
III. Другие требования	Нет	Нет

СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ, УПАКОВКА И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИСАДОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.02/SFA-5.02M



(Идентично техническим условиям AWS A5.02/A5.02M:2007. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования на стандартные размеры и упаковку присадочных металлов для сварочных работ, а также на их физические свойства, такие как внешний вид и обозначение изделий.

1.2 Настоящие технические условия распространяются на покрытые электроды как со сплошной, так и с трубчатой электродной проволокой, голую сплошную и трубчатую проволоку в катушках, бунтах и барабанах или в виде прямых отрезков, а также на твердые и обожженные ленточные электроды. Также настоящие технические условия распространяются на все процессы сварки плавлением, кроме твердой пайки и пайки-сварки, и термического напыления, или на гранулированную металлическую или минеральную продукцию, такую как флюсы для дуговой сварки или другие аналогичные изделия, применяемые при сварке плавлением.

1.3 Вопросы безопасности и охраны труда не входят в область описания данного стандарта и, соответственно, раскрываются здесь не в полной мере. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) ANSI Z49.1 *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, и действующих федеральных и государственных стандартах.

1.4 В настоящих технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Измерения, выполненные в двух системах, не являются эквивалентными, поэтому обе системы должны использоваться независимо друг от друга, при этом какое-либо их сочетание является недопустимым. В Технических условиях с обозначением A5.02 используются единицы измерения, принятые в США. В Технических условиях с обозначением A5.02M используются единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и рисунках. Для задания размеров присадочных металлов или упаковки можно использовать стандартные размеры, выраженные в единицах любой из систем измерения.

2. Ссылки на нормативные документы

В нормативных разделах данного документа упоминаются следующие стандарты ANSI¹:

¹ ANSI Z49.1 опубликовано Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Майами, штат Флорида 33126.

(a) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*

В обязательных разделах данного документа упоминаются следующие стандарты ISO²:

(a) ISO 544, *Сварочные материалы — Технические условия поставки присадочных материалов для сварочных работ — Тип изделия, размеры, допуски и маркировка.*

3. Покрытые электроды

3.1 Стандартные размеры и длины Стандартные размеры (диаметр электродной проволоки) и длины электродов указаны в таблице 1.

3.1.1 Диаметр электродной проволоки не должен отличаться более чем на $\pm 0,002$ дюйма [$\pm 0,05$ мм] от указанного диаметра. Отклонения по длине не должны превышать $\pm 1/4$ дюйма [± 10 мм] от указанной.

3.2 Электродная проволока и покрытие Электродная проволока и покрытие не должны иметь дефектов, препятствующих равномерному распределению металла электрода. Электродная проволока и покрытие должны быть настолько концентричными, чтобы максимальный размер «проволока плюс один слой покрытия» не превышал его минимального значения более чем на:

(a) 7 % от среднего размера для диаметров $3/32$ дюйма [2,5 мм] и менее;

(b) 5 % от среднего размера для диаметров более $3/32$ дюйма [2,5 мм] и менее $3/16$ дюйма [5 мм];

(c) 4 % среднего размера для диаметров $3/16$ дюйма [5 мм] и более.

Для измерения концентричности можно использовать любые подходящие средства.

² Стандарты ISO изданы Международной Организацией Стандартизации, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Женева 20, Швейцария.

ТАБЛИЦА 1
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ ПОКРЫТЫХ
ЭЛЕКТРОДОВ

Стандартный размер		Стандартная длина ^{a, b}	
дюймы	мм	дюймы	мм
$\frac{1}{16}^c$	1,6 ^c	9	230
$\frac{5}{64}^c$	2,0 ^c	9 или 12	230 или 300
$\frac{3}{32}^c$	2,4 ^{c, d}	9, 12 или 14	230, 300 или 350
	2,5 ^c	...	300 или 350
$\frac{1}{8}$	3,2	12, 14 или 18	300, 350 или 450
$\frac{5}{32}$	4,0	14 или 18	350 или 450
$\frac{3}{16}$	4,8 ^d	14 или 18	350 или 450
	5,0	14 или 18	350 или 450
$\frac{7}{32}^c$	5,6 ^{c, d}	14 или 18	350 или 450
	6,0	14 или 18	350 или 450
$\frac{1}{4}^c$	6,4 ^c	14 или 18	450
$\frac{5}{16}^c$	8,0 ^c	18	450

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Другие значения длин необходимо согласовывать между покупателем и поставщиком.
- Во всех случаях для электродов с зажимаемыми концами приведены стандартные размеры.
- Приведенные значения диаметров не являются стандартными размерами для всех классификаций.
- Данные метрические размеры не указаны в ISO 544.

3.3 Электродная проволока без покрытия

3.3.1 Зажимный конец каждого электрода должен быть оголен (освобожден от покрытия), не менее чем на $\frac{1}{2}$ дюйма [12 мм], но не более чем $1\frac{1}{4}$ дюйма [30 мм] для электродов размером $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и меньше, и не менее чем на $\frac{3}{4}$ дюйма [20 мм], но не более чем $1\frac{1}{2}$ дюйма [40 мм] для электродов размером $\frac{3}{16}$ дюйма [5 мм] и больше, для обеспечения электрического контакта с держателем электрода.

3.3.2 Дуговой конец каждого электрода должен обладать достаточной электропроводимостью и иметь достаточное сужение покрытия для легкого пуска дуги. Длина токопроводящего участка (измеренная от конца электродной проволоки до участка, где достигнуто полное поперечное сечение покрытия) не должна превышать меньшее из значений: $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм] или диаметр электродной проволоки. Электроды со сколами покрытия возле дугового конца, оголяющими сердцевину на значение, не превышающее $\frac{1}{4}$ дюйма [6 мм] или удвоенный диаметр сердцевины (меньшее из этих значений), удовлетворяют требованиям настоящих технических условий, но только если ни один из сколов не оголяет более 50 % окружности сердцевины.

3.4 Идентификационное обозначение электрода

Все электроды должны быть идентифицированы следующим образом:

3.4.1 На покрытие электрода должен быть нанесен как минимум один оттиск, содержащий обозначение электрода (классификационное обозначение плюс необязательные дополнительные обозначения); начало отриска должно находиться не далее чем на расстоянии $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] от зажимного конца электрода. Префикс «Е» в электродной классификации может быть опущен в оттиске.

3.4.2 Цифры и буквы отриска должны быть выполнены прямым жирным шрифтом такого размера, чтобы обозначение легко читалось.

3.4.3 Чернила, используемые для нанесения оттиска, должны обеспечивать достаточный контраст с покрытием электрода так, чтобы при обычном использовании цифры и буквы были разборчивыми до и после сварки.

3.4.4 Если электрод классифицируется как отвечающий требованиям обеих систем А5.Х и А5.1ХМ, используются оба варианта обозначения электрода.

3.4.5 Если допускается специальными техническими условиями А5, вместо оттиска, можно использовать следующие способы маркировки:

(a) закрепление бирки с классификационным номером на оголенном зажимном конце каждого электрода или

(b) штампование классификационного номера на оголенном зажимном конце каждого электрода. В этом случае допускается незначительное расплющивание оголенного зажимного конца в месте штамповки.

3.5 Упаковка

3.5.1 Электроды должны быть упакованы таким образом, чтобы предотвратить их повреждение при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

3.5.2 Стандартный вес упаковки должен согласовываться между поставщиком и покупателем.

3.5.3 Герметичные контейнеры В соответствии с одной или несколькими классификациями, упаковка электродов некоторых типов (например, электродов с низким содержанием водорода, требующих защиты от поглощения атмосферной влаги в процессе транспортировки и хранения) должна производиться одним из следующих способов.

3.5.3.1 Жесткая упаковка из металла

Контейнер может быть выполнен из стали или алюминия. Швы на сторонах каждого стального контейнера должны быть закатаны в замок и запаяны или заварены роликовой сваркой, а верхняя и нижняя части должны быть подвергнуты механической сварке с использованием соответствующего органического уплотнителя. Контейнеры из алюминия должны представлять собой цилиндры, состоящие из двух частей, одна из которых должна быть слегка развальцована для обеспечения сцепления, а шов на корпусе должен быть запломбирован посредством самоклеющейся ленты. Металлические контейнеры после загрузки при атмосферном давлении и пломбирования должны пройти испытания на герметичность в следующем порядке:

Одиночные контейнеры необходимо погрузить в воду с температурой выше температуры упакованного материала (комнатной) не менее, чем на 50 °F [10 °C]. Контейнер погружается в воду таким образом, чтобы наблюдаемая поверхность находилась на 1 дюйм [25 мм] ниже уровня воды и наибольшее измерение основания контейнера было параллельно поверхности воды. Утечка проявляется в виде стабильного потока пузырьков воздуха из контейнера. Контейнер, для которого поток пузырьков воздуха наблюдается более 30 секунд, считается не соответствующим требованиям настоящих технических условий.

3.5.3.2 Вакуумная упаковка

После заполнения и откачки воздуха мешки из пластика высокой плотности с паронепроницаемым слоем из фольги необходимо подвергнуть термической сварке. Мешки вложить во внешние контейнеры во избежание их повреждения в случае потери вакуума. Если содержимое неплотно упаковано внутри мешка, такая упаковка не отвечает требованиям настоящих технических условий.

3.5.3.3 Упаковка другой конструкции По соглашению между покупателем и поставщиком, альтернативный вариант упаковки для защиты покрытия электрода от поглощения влаги сверх норм, принятых в классификации, должен пройти соответствующие испытания, описанные выше.

3.6 Маркировка упаковки

3.6.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчиво нанесена маркировка со следующей информацией об изделии (как минимум):

- (a) номер технических условий AWS и классификационные обозначения с дополнительными необязательными обозначениями (год выпуска можно опустить);
- (b) наименование и торговая марка поставщика;
- (c) размер и масса нетто;
- (d) номер партии, контроля или плавки.

3.6.2 Информация о мерах предосторожности³, представленная в последнем издании ANSI Z49.1, (как минимум) должна быть разборчиво нанесена рельефным шрифтом на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

4. Голые сплошные и трубчатые электроды и прутки

4.1 Стандартные размеры и формы

4.2.1 Стандартные размеры присадочного металла (за исключением ленточных электродов) и прямых участков прутков, а также допуски на них указаны в таблице 2.

4.2.2 Стандартные размеры ленточных электродов в бунтах указаны в таблице 3.

4.2 Отделка и однородность

4.2.1 Все присадочные металлы должны иметь отделку поверхности шлифованием, без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения из электродов с флюсовым или металлическим сердечником) и инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики или свойства наплавленного металла шва.

4.2.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из материала одной плавки или партии, а сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

4.2.3 Составляющие сердечников электродов с флюсовым и металлическим сердечником должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не ухудшать рабочие характеристики электрода и свойства наплавленного металла шва.

4.2.4 Соответствующее защитное покрытие можно нанести на любой присадочный металл, за исключением металлов, специально ограниченных классификацией в технических условиях на присадочный металл.

4.3 Упаковка

4.3.1 Присадочные металлы должны быть упакованы таким образом, чтобы предотвратить их повреждение при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

4.3.2 К стандартным формам упаковки относятся прямые участки, бунты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры упаковки каждой формы приведены в таблице 4. Размер стандартных катушек указаны на рисунках 1A–1D. Другие формы и размеры упаковок необходимо согласовывать между покупателем и поставщиком.

4.3.3 Конструкция вкладышей в бунтах с бобиной должна обеспечивать защиту бунтов от деформации при обычном обращении и использовании. Бобины должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл.

4.3.4 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию катушки и присадочного металла при обычном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

4.3.5 По соглашению между покупателем и поставщиком, допускается упаковка другой конструкции для защиты присадочных металлов от воздействий окружающей среды и прочих условий. Помимо прочих, к такой упаковке относится герметичная упаковка, указанная в п. 3.5.3.

4.4 Требования к намотке

4.4.1 Присадочный металл на катушках и в бухтах (в том числе и в барабанах) должен быть намотан таким образом, чтобы отсутствовали петли, волны, резкие изгибы, перехлесты и заклинивания, и разматывание присадочного металла могло происходить свободно и беспрепятственно. Внешний конец присадочного металла (конец, с которого начинается сварка) должен быть обозначен так, чтобы его было легко обнаружить, и должен быть закреплен для предотвращения разматывания.

4.4.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бунтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

4.5 Идентификация присадочного металла

4.5.1 Каждый оголенный прямой отрезок присадочного прутка должен иметь стойкую идентификационную маркировку, которая позволяет однозначно определить тип продукции изготовителя или поставщика. К применимым методам маркировки относятся штамповка, чеканка, тиснение, печать, прикрепление бирок или цветовая маркировка (если используется цветовая маркировка, цвета должны быть согласованы между поставщиком и покупателем и цвет должен быть указан на упаковке). При использовании маркировки AWS, буквы «ER» можно опустить; например «308L» для классификации ER308L. Дополнительные обозначения должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

³ Типовые примеры «предупредительных ярлыков» показаны на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ НА СПЛОШНЫЕ И ТРУБЧАТЫЕ ГОЛЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПРОВОЛОКИ^а

Номинальный диаметр		Допуск на сплошную электродную проволоку				Допуск на трубчатую проволоку с сердечником	
дюймы ^б	мм	Сварка стальным электродом в газовой среде (GMAW)/сварка вольфрамовым электродом в газовой среде (GTAW) ^с		Дуговая сварка под флюсом (SAW)/электрогазовая сварка (EGW)/электрошлаковая сварка (ESW)		дюймы	мм
		дюймы	мм	дюймы	мм		
0,020	0,5	±0,001	+0,01/−0,03	—	—	—	—
...	0,6						
0,025	...						
0,030	...						
...	0,8						
0,035	0,9						
...	1,0	±0,002	+0,01/−0,04	—	±0,04	±0,002	+0,02/−0,05
0,045	...						
³ / ₆₄	1,2						
0,052	...						
...	1,4						
1/16	1,6						
0,068	...	±0,003	+0,01/−0,07	±0,002	±0,06	±0,003	+0,02/−0,06
0,072	1,8						
⁵ / ₆₄	2,0						
³ / ₃₂	2,4, 2,5						
⁷ / ₆₄	2,8						
...	3,0						
¹ / ₈	3,2	—	—	±0,003	±0,06	±0,004	+0,02/−0,07
⁵ / ₃₂	4,0						
³ / ₁₆	4,8 ^д						
...	5,0						
⁷ / ₃₂	5,6 ^д						
...	6,0						
¹ / ₄	6,4 ^д	—	—	±0,004	±0,06	±0,004	+0,02/−0,08
⁵ / ₁₆	8,0						

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Другие размеры, допуски и виды упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
 б. Для получения номинального диаметра для допусков дробные значения необходимо преобразовать в десятичные эквиваленты.
 с. Длина прямого голого участка должна составлять 36 дюймов +0, −¹/₂ дюйма [900 мм +15, −0 мм].
 д. Данные метрические размеры не указаны в ISO 544.

4.5.2 Информация об изделии и о мерах предосторожности, которую, согласно п. 4.6, необходимо указывать на маркировке каждой упаковки, должна также быть обозначена на каждой бунте, катушке и барабане.

4.5.3 Бухты без бобин должны снабжаться ярлыком с такой информацией, прочно прикрепленным к внутреннему концу проволоки присадочного металла в бухте.

4.5.4 Информационный ярлык должен быть надежно закреплен на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

4.5.5 У катушек эта информация должна быть четко обозначена на видном месте на наружной стороне по крайней мере одного фланца катушки.

4.5.6 В случае барабанов эта информация должна быть четко обозначена на видном месте на боковой стороне барабана.

4.6 Маркировка упаковки

4.6.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть разборчиво обозначена, как минимум, следующая информация:

(a) номер технических условий AWS и классификационные обозначения с дополнительными необязательными обозначениями (год выпуска можно опустить);

(b) наименование и торговая марка поставщика;

(c) размер и вес-нетто (либо другая подходящая мера количества).

ТАБЛИЦА 3
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЛЕНТОЧНЫХ
ЭЛЕКТРОДОВ

Ширина		Толщина	
дюймы	мм	дюймы	мм
1,18	30	0,020	0,5
2,36	60	0,020	0,5
3,54	90	0,020	0,5
4,72	120	0,020	0,5

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

(a) Другие размеры должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

(b) Допускаются отклонения от размеров ленточных электродов не более $\pm 0,008$ дюйма [$\pm 0,2$ мм] по ширине и не более $\pm 0,002$ дюйма [$\pm 0,05$ мм] по толщине.

(d) номер партии, контроля или плавки.

4.6.2 Соответствующие сведения по технике безопасности⁴, приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте, должны быть заметно и разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая отдельную индивидуальную упаковку в составе групповой упаковки.

⁴ Типовые примеры «предупредительных ярлыков» изображены на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

ТАБЛИЦА 4
СТАНДАРТНАЯ УПАКОВКА^a

Тип упаковки	Ширина		Внутренний диаметр		Внешний диаметр, не более	
	дюймы	мм ^b	дюймы	мм ^b	дюймы	мм ^b
Бухты с бобинами	не более 3	не более 75	$6\frac{3}{4} \pm \frac{1}{8}$	170 ± 3		
	не более $2\frac{1}{2}$	90, +0, -15	$12 \pm \frac{1}{8}$	300, +15, -0	17	435
	не более $4\frac{5}{8}$	100, +10, -5	$12 \pm \frac{1}{8}$	300, +15, -5	18	450
	не более 5	120, +10, -5	24	600, +20, -0	32	800
Бухты без бобин	По соглашению между покупателем и поставщиком					
Катушки	См. рис. 1A, 1B и 1C				4	100
					8	200
					12	300
					13,5	340
					14	350
					22	560
					24	610
					30	760
Барабаны	Не применяется				$15\frac{1}{2}$	400
					20	500
					23	600
Прямые отрезки ^c	Не применяется					

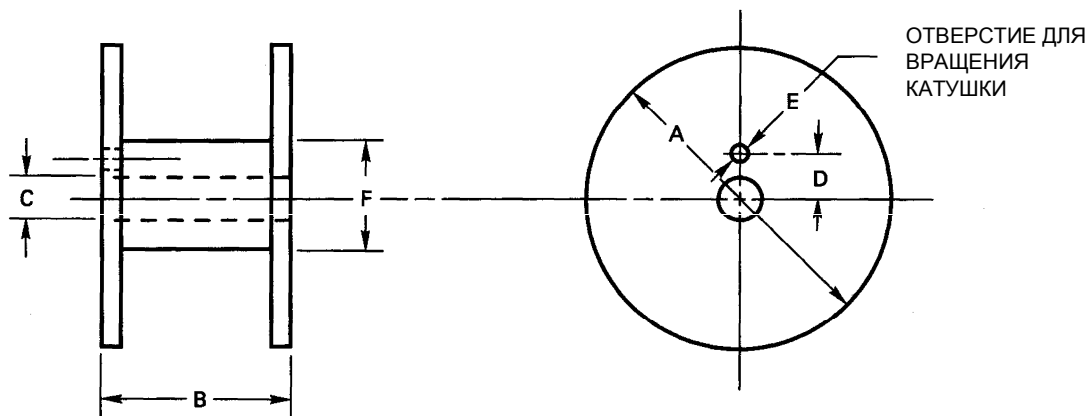
ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Другие размеры, допуски и виды упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

b. Значения, выделенные курсивом в столбах с метрическими единицами, указаны в ISO 544 как для бухт с бобинами, так и для бухт без бобин.

c. Стандартные длины должны составлять 36, +0, $-\frac{1}{2}$ дюйма [900, +15, -0 мм].

**РИС. 1А РАЗМЕРЫ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 4 ДЮЙМА, 8 ДЮЙМОВ, 12 ДЮЙМОВ И 14 ДЮЙМОВ
[100 MM, 200 MM, 300 MM И 350 MM]**



РАЗМЕРЫ									
Наименование по ISO 544		Катушки диаметром 4 дюйма [100 мм]		Катушки диаметром 8 дюймов [200 мм]		Катушки диаметром 12 дюймов [300 мм]		Катушки диаметром 14 дюймов [350 мм]	
		S 100		S 200		S 300		S 350	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, не более (Примечание 1)	4,0	102	8,0	203	12	305	14	355
B	Ширина	1,75	45	2,16	55	4,0	103	4,0	103
	Допуск	$\pm 0,03$	$+0, -2$	$\pm 0,03$	$+0, -3$	$\pm 0,06$	$+0, -3$	$\pm 0,06$	$+0, -3$
C	Диаметр	0,63	16,5	2,03	50,5	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	$+0,01, -0$	$+1, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$
D	Межосевое расстояние	—	—	1,75	44,5	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	—	—	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
E	Диаметр (Примечание 2)	—	—	0,44	10	0,44	10	0,44	10
	Допуск	—	—	$+0, -0,06$	$+1, -0$	$+0, -0,06$	$+1, -0$	$+0, -0,06$	$+1, -0$

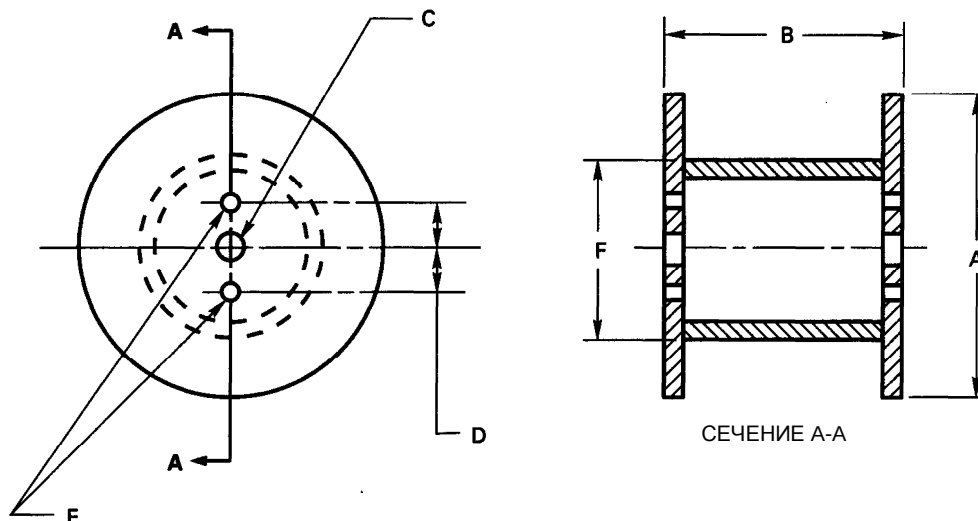
ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Наружный диаметр цилиндрической части (размер F) должен обеспечивать нормальную подачу электрода.
 (b) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть достаточным, чтобы увеличение или смещение цилиндрической части и фланцев не привело к тому, что внутренний диаметр цилиндрической части оказался бы меньше, чем внутренний диаметр фланцев.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Метрические измерения и допуски соответствуют стандарту ISO 544, с тем исключением, что «А» определяет $\pm$ допуски по номинальному диаметру, а не только плюсовые допуски, которые показаны здесь как максимальные.
 2. В каждом из фланцев имеются отверстия, которые необязательно должны быть совмещены. Катушки размером 4 дюйма [100 мм] не имеют отверстий для вращения.

РИС. 1В РАЗМЕРЫ КАТУШЕК (МОТКОВ) ДИАМЕТРОМ 22 ДЮЙМА, 24 ДЮЙМА И 30 ДЮЙМОВ
[560 ММ, 610 ММ И 760 ММ]



РАЗМЕРЫ							
Наименование по ISO 544		Катушки диаметром 22 дюйма [560 мм]		Катушки диаметром 24 дюйма [610 мм]		Катушки диаметром 30 дюймов [760 мм]	
		S 560		S 610		S 760	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, не более (Примечание 1)	22	560	24	610	30	760
B	Ширина, не более	12	305	13,5	345	13,5	345
C	Диаметр	1,31	35,0	1,31	35,0	1,31	35,0
	Допуск	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5
D	Межосевое расстояние	2,5	63,5	2,5	63,5	2,5	63,5
	Допуск	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5
E	Диаметр (Примечание 2)	0,69	16,7	0,69	16,7	0,69	16,7
	Допуск	+0, -0,06	±0,7	+0, -0,06	±0,7	+0, -0,06	±0,7

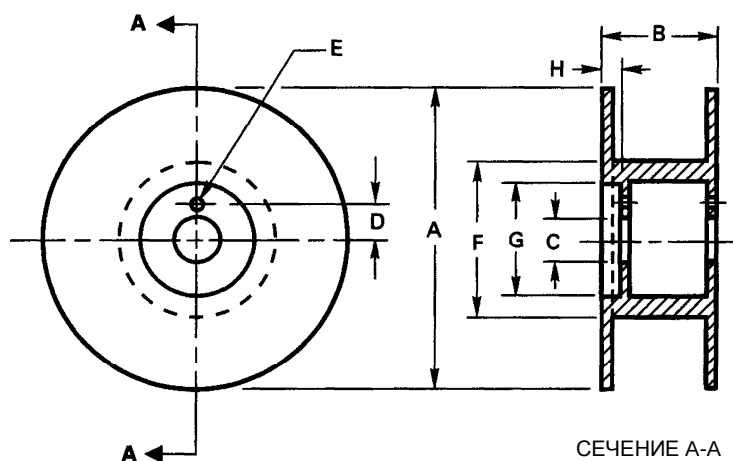
ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Наружный диаметр цилиндрической части (размер F) должен обеспечивать нормальную подачу электрода.
 (b) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть достаточным, чтобы увеличение или смещение оси цилиндрической части и фланцев не привело к тому, что внутренний диаметр цилиндрической части оказался бы меньше, чем внутренний диаметр фланцев.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Метрические измерения и допуски соответствуют стандарту ISO 544, с тем исключением, что «А» определяет ± допуски по номинальному диаметру, а не только плюсовые допуски, которые показаны здесь как максимальные.
- На каждом фланце имеются два отверстия, эти отверстия должны быть совмещены с центральным отверстием.

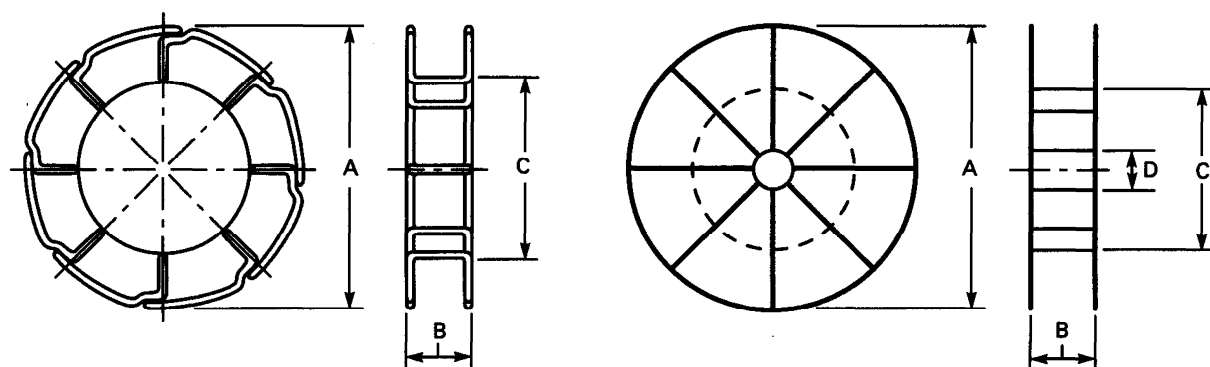
РИС. 1С РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ $13\frac{1}{2}$ ДЮЙМА [340 ММ] (ТОЛЬКО ДЛЯ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ И МАГНИЯ)



РАЗМЕРЫ			
		ДЮЙМЫ	ММ
A	Диаметр	13,50	342
	Допуск	+0, -0,06	±2
B	Ширина	5,13	130
	Допуск	±0,06	±2
C	Диаметр	2,03	50,5
	Допуск	+0,06, -0	+2,5, -0
D	Межосевое расстояние	1,75	44,5
	Допуск	±0,02	±0,5
E	Диаметр	0,44	10
	Допуск	+0, -0,06	+1, -0
F	Диаметр	7,0	177,5
	Допуск	±0,03	±1,0
G	Диаметр	5,0	127
	Допуск	±0,03	±0,8
H	Углубление	1,13	31
	Допуск	+0,12, -0	±2

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: В каждом из фланцев имеются отверстия, которые необязательно должны быть совмещены.

РИС. 1D РАЗМЕРЫ КОРЗИНОЧНЫХ ОБОДОВ И КОРЗИНОЧНЫХ КАТУШЕК



КОРЗИНОЧНЫЙ ОБОД (B)

КОРЗИНОЧНАЯ КАТУШКА (BS)

РАЗМЕРЫ						
Наименование по ISO 544		Корзиночный обод B300		Корзиночный обод B 450		Корзиночная катушка BS 300
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы
A	Диаметр	11,7	300	не более 17,7	не более 450	12,0
	Допуск	$\pm 0,1$	$+0, -5$			$+0, -0,4$
B	Ширина	4,0	103	4	100	4,0
	Допуск	$\pm 0,06$	$+0, -3$	$+0,06, -0,18$	± 3	$\pm 0,06$
C	Диаметр	7,0	180	12,0	300	7,44
	Допуск	$+0,2, -0$	± 2	$+0, -0,4$	± 5	$\pm 0,02$
D	Диаметр отверстия	—	—	—	—	2,03
						$+0,06, -0$
						$+2,5, -0$

Приложение А (Информативное)

Руководство к техническим условиям AWS на стандартные размеры, упаковку и физические свойства присадочных металлов

(Данное приложение не является частью документа AWS A5.02/A5.02M:2007 *Стандартные размеры, упаковка и физические свойства присадочных металлов. Технические условия* и приводится только для информации.)

A1. Пункт 3 настоящего стандарта применим ко всем следующим техническим условиям на покрытые электроды:

A5.1/A5.1M, *Электроды из углеродистой стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия.*

A5.3/A5.3M, *Электроды из алюминия и алюминиевых сплавов для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия.*

A5.4/A5.4M, *Электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия.*

A5.5/A5.5M, *Электроды из низколегированной стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия.*

A5.6, *Покрытые электроды из меди и медных сплавов для дуговой сварки. Технические условия.*

A5.11/A5.11M, *Электроды из никеля и никелевых сплавов для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия.*

A5.13, *Электроды для наплавки поверхности для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия.*

A2. Пункт 4 настоящего стандарта применим ко всем следующим техническим условиям на сплошные и трубчатые электроды и прутки:

A5.2/A5.2M, *Прутки из углеродистой и низколегированной стали для кислородно-газовой сварки. Технические условия.*

A5.7, *Голые сварочные прутки и электроды из меди и медных сплавов. Технические условия.*

A5.9/A5.9M, *Голые сварочные прутки и электроды из нержавеющей стали. Технические условия.*

A5.10/A5.10M, *Голые сварочные прутки и электроды из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.*

A5.14/A5.14M, *Голые сварочные прутки и электроды из никеля и никелевых сплавов. Технические условия.*

A5.16/A5.16M, *Сварочные прутки и электроды из титана и титановых сплавов. Технические условия.*

A5.17/A5.17M, *Электроды из углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия.*

A5.18/A5.18M, *Прутки и электроды из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа. Технические условия.*

A5.19, *Прутки и электроды из магния для дуговой сварки. Технические условия.*

A5.20/A5.20M, *Электроды из углеродистой стали для дуговой сварки трубчатым электродом. Технические условия.*

A5.22, *Электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки трубчатым электродом и прутки присадочные с флюсовым сердечником из нержавеющей стали для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Технические условия.*

A5.23/A5.23M, *Электроды из низколегированной стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия.*

A5.24/A5.24M, *Сварочные прутки и электроды из циркония и циркониевых сплавов. Технические условия.*

A5.25/A5.25M, *Электроды из углеродистой и низколегированной стали и флюсы для электрошлаковой сварки. Технические условия.*

A5.26/A5.26M, *Электроды из углеродистой и низколегированной стали для газозлектрической сварки. Технические условия.*

A5.28/A5.28M, *Прутки и электроды из низколегированной стали для дуговой сварки в среде защитного газа. Технические условия.*

A5.29/A5.29M, *Электроды из низколегированной стали для дуговой сварки под флюсом. Технические условия.*

A3. Пункты 3 и 4 применимы к следующим техническим условиям:

A5.15, *Сварочные электроды и прутки для сварки чугуна. Технические условия.*

A5.21, *Голые электроды и прутки для наплавки поверхности. Технические условия*

ПОКРЫТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.1/SFA-5.1M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.1/A5.1M:2004. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации металлических покрытых электродов из углеродистой стали для дуговой сварки.

1.2 Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому не рассматриваются в нем в полном объеме. Информация о безопасности и охране труда содержится в необязательном Приложении, Секции A5 и A10. Аналогичные сведения можно почерпнуть из других источников, в том числе ANSI Z49.1, «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах»¹ а также из соответствующих федеральных норм и законодательства отдельных штатов.

1.3 В настоящих технических условиях значения величин приводятся как в традиционной американской системе единиц, так и в международной системе единиц (СИ). Значения в них не являются строго эквивалентными; по этой причине каждую из систем следует применять независимо от другой, не сочетая значения характеристик материала, выраженные в разных системах. Технические условия, обозначенные как A5.1, используют традиционную американскую систему единиц измерения. В технических условиях с обозначением A5.1M используются единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и на рисунках. Для определения размеров электродов и (или) упаковки в соответствии с техническими условиями A5.1 или A5.1M могут использоваться стандартные значения, основанные на любой из этих систем.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Нормативно-справочные документы

Нижеперечисленные стандарты содержат положения, которые в упоминаемом в настоящем тексте объеме являются положениями настоящего стандарта AWS. На датированные ссылки дальнейшие поправки или изменения положения данных изданий не распространяются. Тем не менее,

участникам соглашения на основе данного стандарта AWS рекомендуется исследовать возможности применения последних изданий нижеперечисленных документов. В случае обновленных ссылок речь идет о последнем издании ссылочного документа.

В обязательных секциях данного документа имеются ссылки на следующие документы:

(a) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*²

(b) ASTM E 142, *Стандартные методы контроля качества снимков при радиографическом контроле*

(c) ASTM E350, *Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого и сварочного железа*

(d) AWS A1.1, *Руководство по использованию метрических единиц в производственной сварке*³

(e) AWS A4.3, *Стандартные методы определения содержания диффундирующего водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали сварного шва, выполненного с помощью дуговой сварки*

(f) AWS A4.4, *Стандартная методика определения содержания влаги в сварочных флюсах и сварочных шлакообразующих электродных покрытиях*

(g) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*

(h) AWS B4.0 или B4.0M, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик*

(i) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*

(j) ISO 544, *Присадочные материалы. Технические требования к доставке присадочных материалов для сварки. Типы продукции, размеры, допустимые отклонения и маркировка*⁴

¹ Стандарты ANSI можно получить в Global Engineering Documents, в компании, предоставляющей услуги по распространению информации, по адресу: Information Handling Services (IHS) Group Company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

² Стандарты ASTM можно получить по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

³ Стандарты AWS можно получить в Global Engineering Documents, в компании, предоставляющей услуги по распространению информации, по адресу: Information Handling Services (IHS) Group Company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

⁴ Стандарты ISO можно получить по адресу: American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002

ТАБЛИЦА 1
КЛАССИФИКАЦИЯ
ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация AWS		Тип покрытия	Позиция сварки ⁽¹⁾	Тип тока ⁽²⁾
A5.1	A5.1M			
E6010	E4310	натрий, высокое содержание целлюлозы	Н, В, П, Г	ПТЭП
E6011	E4311	калий, высокое содержание целлюлозы	Н, В, П, Г	переменный ток или ПТЭП
E6012	E4312	натрий, высокое содержание диоксида титана	Н, В, П, Г	переменный ток или ПТЭО
E6013	E4313	калий, высокое содержание диоксида титана	Н, В, П, Г	переменный ток, ПТЭП или ПТЭО
E6018 ⁽³⁾	E4318 ⁽³⁾	калий, низкое содержание водорода, железный порошок	Н, В, П, Г	переменный ток или ПТЭП
E6019	E4319	калий, оксид железа и диоксид титана	Н, В, П, Г	переменный ток, ПТЭП или ПТЭО
E6020	E4320	высокое содержание оксида железа	Г-угловое	переменный ток или ПТЭО
E6022 ⁽⁴⁾	E4322 ⁽⁴⁾	высокое содержание оксида железа	Н	переменный ток, ПТЭП или ПТЭО
			Н, Г-угловое	переменный ток или ПТЭО
E6027	E4327	высокое содержание оксида железа, железный порошок	Г-угловое	переменный ток или ПТЭО
E7014	E4914	железный порошок, титан	Н	переменный ток, ПТЭП или ПТЭО
			Н, В, П, Г	переменный ток, ПТЭП или ПТЭО
E7015	E4915	натрий, низкое содержание водорода	Н, В, П, Г	ПТЭП
E7016 ⁽³⁾	E4916 ⁽³⁾	калий, низкое содержание водорода	Н, В, П, Г	переменный ток или ПТЭП
E7018 ⁽³⁾	E4918 ⁽³⁾	калий, низкое содержание водорода, железный порошок	Н, В, П, Г	переменный ток или ПТЭП
E7018M	E4918M	железный порошок, низкое содержание водорода	Н, В, П, Г	ПТЭП
E7024 ⁽³⁾	E4924 ⁽³⁾	железный порошок, диоксид титана	Г-угловое, Н	переменный ток, ПТЭП или ПТЭО
E7027	E4927	высокое содержание оксида железа, железный порошок	Г-угловое, Н	переменный ток или ПТЭО
E7028 ⁽³⁾	E4928 ⁽³⁾	калий, низкое содержание водорода, железный порошок	Н	переменный ток, ПТЭП или ПТЭО
			Г-угловое, Н	переменный ток или ПТЭП
E7048	E4948	натрий, высокое содержание целлюлозы	Н, П, Г, ВВ	переменный ток или ПТЭП

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Аббревиатуры Н, П, Г, ГУ, В, ВВ обозначают следующие позиции при сварке: Н = нижняя позиция, Г = горизонтальная позиция, ГУ = горизонтальная угловая позиция, В = вертикальная позиция, направление сварки снизу вверх (для электродов $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] и менее, за исключением электродов $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и менее категорий E6018[E4318], E7014 [E4914], E7015 [E4915], E7016 [E4916], E7018 [E4918], E78M [E4918M], E7048 [E4948]). ВВ = вертикальная позиция, направление сварки сверху вниз (для электродов $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] и менее, за исключением электродов $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и менее для категорий E6018 [E4318], E7014 [E4914], E7015 [E4915], E7016 [E4916], E7018 [E4918], E7018M [E4918M], E7048 [E4948]), П = потолочная позиция (для электродов $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] и менее, за исключением электродов $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и менее для категорий E6018 [E4318], E7014 [E4914], E7015 [E4915], E7016 [E4916], E7018 [E4918], E7018M [E4918M], E7048 [E4948]).
- (2) ПТЭП - постоянный ток с электродом положительной полярности (постоянный ток, обратная полярность). ПТЭО - постоянный ток с электродом отрицательной полярности (постоянный ток, прямая полярность).
- (3) Электроды с дополнительными требованиями касательно относительного удлинения, ударной вязкости, влагосодержания и содержания диффундирующего водорода могут быть дополнительно идентифицированы в соответствии с таблицами 2, 3, 10 и 11.
- (4) Электроды классификационной категории E6022 [E4322] предназначены только для однопроходных швов.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА РАЗРЫВ

Классификация AWS		Предел прочности на разрыв		Предел текучести при 0,2% остаточной деформации		Относительное удлинение, в процентах, на расчетной длине, равной четырем диаметрам
A5.1	A5.1M	A5.1 (тыс. фунт/кв. дюйм)	A5.1M (МПа)	A5.1 (тыс. фунт/кв. дюйм)	A5.1M (МПа)	
E6010	E4310	60	430	48	330	22
E6011	E4311	60	430	48	330	22
E6012	E4312	60	430	48	330	17
E6013	E4313	60	430	48	330	17
E6018	E4318	60	430	48	330	22
E6019	E4319	60	430	48	330	22
E6020	E4320	60	430	48	330	22
E6022 ⁽¹⁾	E4322 ⁽¹⁾	60	430	Не указано		Не указано
E6027	E4327	60	430	48	330	22
E7014	E4914	70	490	58	400	17
E7015	E4915	70	490	58	400	22
E7016	E4916	70	490	58	400	22
E7018	E4918	70	490	58	400	22
E7024	E4924	70	490	58	400	17 ⁽²⁾
E7027	E4927	70	490	58	400	22
E7028	E4928	70	490	58	400	22
E7048	E4948	70	490	58	400	22
E7018M	E4918M	Примечание (3)		53-72 ⁽⁴⁾	370-500 ⁽⁴⁾	24

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Размеры электродов, подлежащих испытанию, см. в таблице 4.
 (b) Требования приведены для состояния непосредственно после сварки и старения в соответствии с п. 12.2.
 (c) Единственное значение соответствует минимальному.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Обязательны испытание на растяжение образца с поперечным швом в соответствии с п. 12.5 и испытание на загиб с оправкой образца с продольным швом в соответствии с разделом 13.
 (2) Металл сварного шва от электродов, обозначенных как E7024-1 [E4924-1], должен иметь относительное удлинение не менее 22 %.
 (3) Предел прочности на разрыв этого металла сварного шва составляет 70 тысяч фунтов/кв. дюйм (490 МПа).
 (4) Для ³/₃₂-дюймовых [2,4 мм] электродов максимальный предел текучести должен составлять 77 тысяч фунтов/кв.дюйм [530 МПа]

условий, за исключением E7018M [E4918M], которые также могут классифицироваться как E7018 [E4918], при условии, что электрод отвечает всем требованиям обеих классификаций.

3. Классификация

3.1 Для классификации сварочных электродов, рассматриваемых в рамках технических условий A5.1, используется система, основанная на применении традиционной американской системы единиц, в соответствии с:

- (a) типом тока (см. таблицу 1)
 (b) типом покрытия (см. таблицу 1)
 (c) позицией сварки (см. таблицу 1)
 (d) механическими свойствами металла сварного шва в состоянии непосредственно после сварки или после старения (см. таблицы 2 и 3).

3.1M Для классификации сварочных электродов, рассматриваемых в рамках технических условий A5.1M, используется система, основанная на применении Международной системы единиц, в соответствии с:

- (a) типом тока (см. таблицу 1)
 (b) типом покрытия (см. таблицу 1)
 (c) позицией сварки (см. таблицу 1)
 (d) механическими свойствами металла сварного шва в состоянии непосредственно после сварки или после старения (см. таблицы 2 и 3).

3.2 Материалы, классифицируемые по одному признаку, не подлежат классификации по другому признаку в рамках одних технических условий, но могут быть классифицированы в рамках обоих технических

4. Приемка

Приемка сварочных электродов производится в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01, «Металлы присадочные. Руководство по поставке».

5. Сертификация

Помещая номер технических условий и классификационное обозначение AWS на упаковке или классификационное обозначение на изделии, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий⁵.

6. Порядок округления

С целью определения соответствия настоящим техническим условиям экспериментальные или расчетные значения предела прочности на разрыв и предела текучести подлежат округлению с точностью до 1000 фунтов/кв.дюйм в случае A5.1 или с точностью до 10 МПа в случае A5.1M, а

⁵ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию, см. в п. A4 (в Приложении A).

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА УДАР ОБРАЗЦОВ С V-ОБРАЗНЫМ НАДРЕЗОМ
ПО ШАРПИ

Классификация AWS		Предельные значения для 3 образцов из 5 ⁽¹⁾	
A5.1	A5.1M	Среднее, мин.	Отдельное значение, мин.
E6010, E6011, E6018, E6027, E7015, E7016 ⁽²⁾ , E7018 ⁽²⁾ , E7027, E7048	E4310, E4311, E4318 E4327, E4915, E4916 ⁽²⁾ , E4918 ⁽²⁾ , E4927, E4948	20 футо-фунтов при -20 °F [27 Дж при -30 °C]	15 футо-фунтов при -20 °F [27 Дж при -30 °C]
E6019 E7028	E4319 E4928	20 футо-фунтов при 0 ° F [27 Дж при -20 °C]	15 футо-фунтов при 0 ° F [20 Дж при -20 °C]
E6012, E6013, E6020, E6022, E7014, E7024 ⁽²⁾	E4312, E4313 E4320, E4322 E4914, E4924 ⁽²⁾	Не указано	Не указано

Классификация AWS		Предельные значения для 5 образцов из 5 ⁽³⁾	
A5.1	A5.1M	Среднее, мин.	Отдельное значение, мин.
E7018M	E4918M	50 футо-фунтов при -20 °F [67 Дж при -30 °C]	40 футо-фунтов при -20 °F [54 Дж при -30 °C]

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Наибольшее и наименьшее значения, полученные в ходе испытаний, отбрасываются при вычислении среднего. Два из оставшихся трех значений должны быть не менее 20 футо-фунтов [27 Дж].
- (2) Электроды со следующими необязательными дополнительными обозначениями должны отвечать приведенным ниже требованиям к ударной вязкости при пониженных температурах:

Классификация AWS				Требования к испытаниям на удар по Шарпи образцов с V-образным надрезом, предельные значения для 3 из 5 образцов [См. примечание (1) выше]	
A5.1	A5.1M	A5.1	A5.1M	Среднее, мин.	Отдельное значение, мин.
E7016	E4916	E7016-1	E4916-1	20 футо-фунтов при -50 °F [27 Дж при -45 °C]	15 футо-фунтов при -50 °F [20 Дж при -45 °C]
E7018	E4918	E7018-1	E4918-1		
E7024	E4924	E7024-1	E4924-1	20 футо-фунтов при 0 ° F [27 Дж при -20 °C]	15 футо-фунтов при 0 ° F [20 Дж при -20 °C]

- (3) Все пять значений учитываются при вычислении среднего. Четыре из пяти значений должны быть не менее 50 футо-фунтов (67 Дж)

также до ближайшего крайнего правого разряда числа, используемого для выражения предельного значения других параметров в соответствии с методикой округления, приведенной в ASTM E 29, «Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям».

[E4918M], для которого данные испытания обязательны [см. Примечания (9) и (13) к таблице 4].

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленные требования, такое испытание повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального или нового опытного узла. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты обоих повторных испытаний не отвечают требованиям данных ТУ, то такие материалы считаются не соответствующим требованиям данных ТУ для данной классификационной категории. Если во время подготовки или после завершения испытания точно установлено, что

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

Испытания, обязательные для каждой из классификационных категорий, приведены в таблице 4. Цель этих испытаний состоит в определении химического состава, механических характеристик и бездефектности материала сварного шва, содержания влаги в покрытии электрода с низким содержанием водорода, а также пригодности электрода к эксплуатации. Основной металл для опытных сварных узлов, подлежащие применению методики сварки и испытаний, а также необходимые результаты приведены в Разделах 9 - 18. Дополнительные испытания для определения содержания поглощенной влаги в Разделе 17 и испытания на диффундирующий водород в Разделе 18 не требуются для классификации электродов с низким содержанием водорода, за исключением E7018M

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS			Размер электрода		Позиция при сварке для опытного узла ⁽²⁾				
A5.1	A5.1M		A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)	Химический анализ ⁽³⁾	Радиографический контроль ⁽⁴⁾ Испытание на разрыв всего металла сварного шва ⁽⁵⁾	Испытание на удар ⁽⁶⁾	Испытание углового сварного шва ⁽⁷⁾	Испытание на влажность ⁽⁹⁾
E6010	E4310	ПТЭП	3/32, 1/8 5/32, 3/16 7/32 1/4 5/16	2,4; 2,5; 3,2 4,0; 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4 8,0	не требуется Н не требуется Н не требуется	не требуется Н не требуется Н Н	не требуется Н не требуется Н не требуется	не требуется В и П не требуется ГУ не требуется	не требуется не требуется не требуется не требуется
E6011	E4311	переменный ток и ПТЭП	3/32, 1/8 5/32, 3/16 7/32 1/4 5/16	2,4; 2,5; 3,2 4,0; 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4 8,0	не требуется Н не требуется Н не требуется	не требуется Н не требуется Н Н	не требуется Н не требуется Н не требуется	не требуется В и П не требуется ГУ не требуется	не требуется не требуется не требуется не требуется
E6012	E4312	переменный ток и ПТЭО	1/16 - 1/8 включительно 5/32, 3/16 7/32 1/4, 5/16	1,6 - 3,2 включительно 4,0; 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4; 8,0	не требуется Н не требуется не требуется Н	не требуется Н ⁽⁸⁾ не требуется не требуется Н ⁽⁸⁾	не требуется не требуется не требуется не требуется не требуется	не требуется В и П не требуется не требуется ГУ	не требуется не требуется не требуется не требуется
E6013	E4313	переменный ток, ПТЭП и ПТЭО	1/16 - 1/8 включительно 5/32, 3/16 7/32 1/4, 5/16	1,6 - 3,2 включительно 4,0; 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4; 8,0	не требуется Н не требуется не требуется F	не требуется Н ⁽¹¹⁾ не требуется не требуется Н ⁽¹¹⁾	не требуется не требуется не требуется не требуется не требуется	не требуется В и П не требуется не требуется H-fillet	не требуется не требуется не требуется не требуется
E6018	E4318	переменный ток и ПТЭП	3/32, 1/8 5/32 3/16 7/32 1/4 5/16	2,4; 2,5; 3,2 4,0 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4 8,0	не требуется Н не требуется не требуется Н не требуется	не требуется Н Н не требуется Н Н	не требуется Н Н не требуется Н не требуется	не требуется В и П H-fillet не требуется ГУ не требуется	не требуется требуется не требуется не требуется требуется не требуется
E6019	E4319	переменный ток, ПТЭП и ПТЭО	5/64 to 1/8 включительно 5/32, 3/16 7/32 1/4, 5/16	2,0 - 3,2 включительно 4,0; 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4; 8,0	не требуется Н не требуется не требуется Н	не требуется Н ⁽¹¹⁾ не требуется не требуется Н ⁽¹¹⁾	не требуется Н ⁽¹²⁾ не требуется не требуется Н ⁽¹²⁾	не требуется В и П не требуется не требуется ГУ	не требуется не требуется не требуется не требуется
E6020	E4320	Для ГУ - переменный ток и ПТЭО; Для Н - переменный ток, ПТЭП или ПТЭО	1/8 5/32, 3/16 7/32 1/4 5/16	3,2 4,0; 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4 8,0	не требуется Н не требуется Н не требуется	не требуется Н ⁽¹¹⁾ не требуется Н ⁽¹¹⁾ Н ⁽¹¹⁾	не требуется не требуется не требуется не требуется не требуется	не требуется ГУ не требуется ГУ не требуется	не требуется не требуется не требуется не требуется
E6022	E4322	переменный ток и ПТЭО	1/8 5/32 - 7/32 включительно	3,2 4,0 - 5,6 включительно	не требуется не требуется не требуется	Н ^(8,10) Н ^(8,10) не требуется	не требуется не требуется не требуется	не требуется не требуется не требуется	не требуется не требуется не требуется
E6027	E4327	Для ГУ - переменный ток и ПТЭО; Для Н - переменный ток, ПТЭП или ПТЭО	1/8 5/32, 1/16 7/32 1/4 5/16	3,2 4,0; 4,8; 5,0 5,6 6,0; 6,4 8,0	не требуется Н не требуется Н не требуется	не требуется Н ^(11,12) не требуется Н ^(11,12) Н ^(11,12)	не требуется Н ⁽¹¹⁾ не требуется Н ⁽¹¹⁾ не требуется	не требуется ГУ не требуется ГУ не требуется	не требуется не требуется не требуется не требуется

ТАБЛИЦА 4 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS		Ток и полярность ⁽¹⁾	Размер электрода		Химический анализ ⁽³⁾	Позиция при сварке для опытного узла ⁽²⁾				
A5.1	A5.1M		A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)		Радиографический контроль ⁽⁴⁾		Испытание на удар ⁽⁶⁾	Испытание углового сварного шва ⁽⁷⁾	Испытание на влажность ⁽⁹⁾
						Испытание на разрыв всего металла сварного шва ⁽⁵⁾				
E7014	E4914	переменный ток, ПТЭП и ПТЭО	3/32, 1/8	2,4; 2,5; 3,2	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			5/32	4,0	H ¹	H ⁽¹¹⁾	не требуется	В и П	не требуется	
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	H ⁽¹¹⁾	не требуется	ГУ	не требуется	
			7/32	5,6	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			1/4	6,0; 6,4	H ⁽¹¹⁾	H ⁽¹¹⁾	не требуется	ГУ	не требуется	
			5/16	8,0	не требуется	F ⁽¹¹⁾	не требуется	ГУ	не требуется	
E7015	E4915	ПТЭП	3/32, 1/8	2,4; 2,5; 3,2	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			5/32	4,0	H	не требуется	не требуется	В и П	требуется	
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	H	H	H-fillet	не требуется	
			7/32	5,6	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			1/4	6,0; 6,4	H	H	H	ГУ	требуется	
			5/16	8,0	не требуется	H	не требуется	не требуется	не требуется	
E7016	E4916	переменный ток и ПТЭП	3/32, 1/8	2,4; 2,5; 3,2	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			5/32	4,0	H	H	H	В и П	требуется	
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	H	H	ГУ	не требуется	
			7/32	5,6	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			1/4	6,0; 6,4	H	H	H	ГУ	требуется	
			5/16	8,0	не требуется	H	не требуется	не требуется	не требуется	
E7018	E4918	переменный ток и ПТЭП	3/32, 1/8	2,4; 2,5; 3,2	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			5/32	4,0	H	H	H	В и П	требуется	
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	H	H	ГУ	не требуется	
			7/32	5,6	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			1/4	6,0; 6,4	H	H	H	ГУ	требуется	
			5/16	8,0	не требуется	H	не требуется	не требуется	не требуется	
E7018M ⁽¹³⁾	E4918M ⁽¹³⁾	ПТЭП	3/32 - 5/32 включительно	2,4 - 4,0 включительно	H	V	V	не требуется	требуется	
			3/16 - 5/16 включительно	4,8 - 8,0 включительно	H	H	H	не требуется	требуется	
E7024	E4924	переменный ток, ПТЭП и ПТЭО	3/32, 1/8	2,4; 2,5; 3,2	не требуется	не требуется	не требуется ⁽¹⁴⁾	не требуется	не требуется	
			5/32	4,0	H ⁽¹²⁾	H ^(11, 12)	H ⁽¹⁴⁾	ГУ	не требуется	
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	H ^(11, 12)	H ⁽¹⁴⁾	H-fillet	не требуется	
			7/32	5,6	не требуется	не требуется	не требуется ⁽¹⁴⁾	не требуется	не требуется	
			1/4	6,0; 6,4	H ⁽¹²⁾	H ^(11, 12)	H ⁽¹⁴⁾	ГУ	не требуется	
			5/16	8,0	не требуется	H ^(11, 12)	не требуется ⁽¹⁴⁾	не требуется	не требуется	
E7027	E4927	Для ГУ, переменный ток и ПТЭО; Для нижней позиции переменный ток, ПТЭП и ПТЭО	1/8	3,2	не требуется					
			5/32	4,0	H ⁽¹²⁾	H ^(11, 12)	H ⁽¹²⁾	ГУ	не требуется	
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	H ^(11, 12)	H ⁽¹²⁾	ГУ	не требуется	
			7/32	5,6	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			1/4	6,0; 6,4	H ⁽¹²⁾	H ^(11, 12)	H ⁽¹²⁾	ГУ	не требуется	
			5/16	8,0	не требуется	H ^(11, 12)	не требуется	не требуется	не требуется	
E7028	E4928	переменный ток и ПТЭП	1/8	3,2	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			5/32	4,0	H	H ⁽¹²⁾	H	ГУ	требуется	
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	H ⁽¹²⁾	H	ГУ	не требуется	
			7/32	5,6	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	
			1/4	6,0; 6,4	H	H ⁽¹²⁾	H	ГУ	требуется	
			5/16	8,0	не требуется	H ⁽¹²⁾	не требуется	не требуется	не требуется	

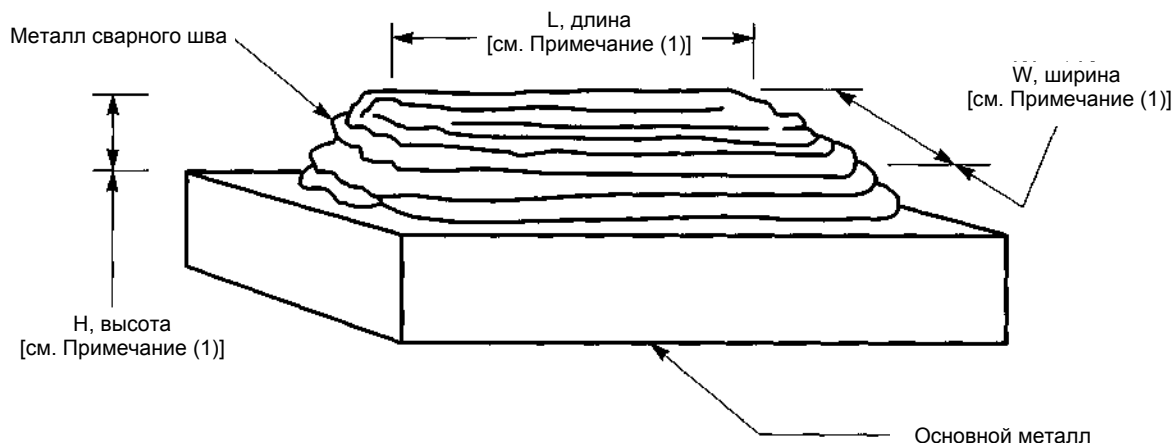
ТАБЛИЦА 4 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS		Ток и полярность ⁽¹⁾	Размер электрода		Химический анализ ⁽³⁾	Позиция опытного узла при сварке ⁽²⁾			
A5.1	A5.1M		A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)		Радиографический контроль ⁽⁴⁾		Испытание углового сварного шва ⁽⁷⁾	Испытание на влажность ⁽⁹⁾
						Испытание на разрыв всего металла сварного шва ⁽⁵⁾	Испытание на удар ⁽⁶⁾		
E7048	E4948	переменный ток и ПТЭП	1/8	3,2	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется	не требуется
			5/32	4,0	Н	Н	Н	ВВ и П	требуется
			3/16	4,8; 5,0	не требуется	Н	Н	ВВ и ГУ	не требуется

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) NR – «не требуется». Сокращения Н, ГУ, ВВ, В и П расшифрованы в Примечании (1) к таблице 1. Определения терминов ПТЭП и ПТЭО даны в Примечании (2) к таблице 1.
- (2) Стандартные размеры электродов, не требующие данного конкретного испытания, можно классифицировать при условии, что, по крайней мере, два других размера этой классификационной категории прошли требуемые для них испытания, или подлежащий классификации размер отвечает требованиям технических условий по результатам испытаний, проведенных в соответствии с рисунком 1, 2 и 3 и таблицей 6.
- (3) См. раздел 10.
- (4) См. раздел 11.
- (5) См. раздел 12.
- (6) См. раздел 14.
- (7) См. раздел 15.
- (8) Радиографическое испытание не требуется для данной классификационной категории.
- (9) Испытание для определения содержания влаги, приведенное в пункте 16, требуется для определения содержания влаги в покрытии. В разделах 17 и 18 приводятся дополнительные испытания, необходимые только в случаях, когда предполагается применение соответствующих дополнительных необязательных обозначений наряду с классификационными обозначениями.
- (10) Испытание на разрыв всего металла сварного шва не обязательно для электродов E6022 [E4322]. Вместо него требуются испытание на растяжение образца с поперечным швом (см. 12.5) и испытание на загиб с оправкой образца с продольным швом (см. раздел 13) для классификации электродов E6022 [E4322] диаметром 5/32 дюйма, 3/16 дюйма и 7/32 дюйма [4,0 мм, 5,0 мм и 6,0 мм].
- (11) Если указаны ПТЭП и ПТЭО, необходимо проводить испытания только для ПТЭО.
- (12) Для испытания электродов длиной свыше 18 дюймов [450 мм] требуется опытный узел удвоенной длины в соответствии с Примечанием (1) к рисунку 2 с целью обеспечения однородности всего электрода.
- (13) Испытания, указанные в разделе 17 и разделе 18, обязательны для электродов E7018M [E4918M] всех размеров.
- (14) Электроды с обозначением E7024-1 [E4924-1] подлежат испытанию на удар [см. Примечание (2) к таблице 3].

**Рис. 1 НАПЛАВЛЕННЫЙ СЛОЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЧИСТОГО МЕТАЛЛА
СВАРНОГО ШВА**



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Основной металл в виде листа любого удобного размера, любого типа, определенного в таблице 5, используется как основа для наплавленной поверхности.
- (b) Поверхность основного металла, на которую наплавляется присадочный металл, должна быть чистой.
- (c) Наплавление следует осуществлять в нижней позиции в несколько последовательных слоев для получения неразбавленного металла шва.
- (d) Для каждого рода тока, представленного в таблице 4, создается отдельная наплавка, за исключением классификационных категорий, указанных в примечании (11) к таблице 4.
- (e) Число и размер валиков изменяется в зависимости от размера электрода и ширины шва, а также использованной силы тока. Ширина сварочного прохода для каждого сварного слоя не должна превышать диаметр электродной проволоки более чем в 2,5 раза.
- (f) Температура предварительного нагрева должна составлять не менее 60 °F [15 °C], а температура между проходами не должна превышать 300 °F [150 °C].
- (g) После каждого прохода требуется удаление шлаков.
- (h) Для контроля температуры металла перед нанесением последующего слоя опытный узел между проходами можно закалять в воде.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- (1) Готовая наплавленная поверхность должна иметь, по меньшей мере, четыре слоя в высоту (H) при длине (L) и ширине (W), достаточной для проведения анализа. Образец для анализа следует отбирать на расстоянии не менее 1/4 дюйма [6,0 мм] от исходной поверхности основного металла.

предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке опытного сварного узла, или испытательных образцов или при проведении испытания, такое испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено, и соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание проводится повторно, с соблюдением всех установленных требований. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов снимается.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Требуется один или несколько из следующих пяти опытных узлов:

(a) наплавленная поверхность, показанная на рис. 1, для химического анализа металла сварного шва

(b) шов с разделкой кромок, см. рис. 2, для определения механических свойств и наличия дефектов металла сварного шва

(c) угловой шов, см. рис. 3, для определения применимости электрода

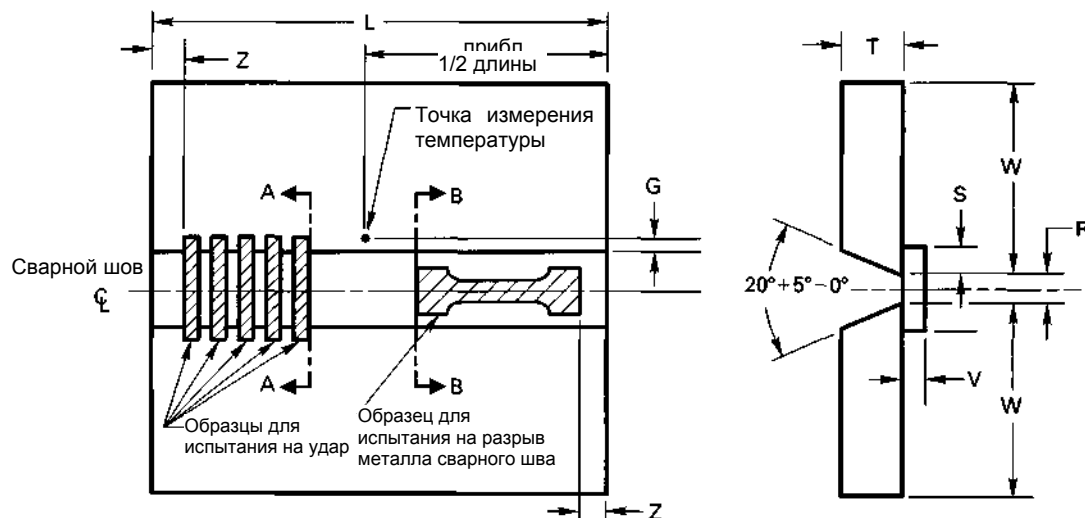
(d) шов с разделкой кромок, см. рис. 4, для испытания на разрыв образца с поперечным швом и на продольный изгиб образца с продольным швом, выполненным однопроводным электродом E6022 [E4322]

(e) шов с разделкой кромок, см. рис. 5, для определения механических свойств и наличия дефектов металла сварного шва, выполненного электродом E7018M [E4918M]. Образец для химического анализа может отбираться в суженном сечении разрушенного при испытаниях на разрыв образца или с соответствующего участка наплавленного металла шва с разделкой кромок (или любого участка выше него), показанного на рис. 2 или 5, что позволяет избежать необходимости изготовления наплавленной поверхности. В спорных случаях наплавленная поверхность применяется как арбитражный метод.

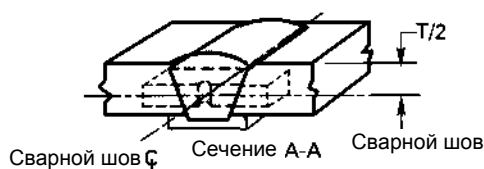
9.2 Подготовка каждого опытного сварного узла производится согласно пп. 9.3 - 9.5. Основной металл для каждого из узлов должен соответствовать требованиям таблицы 5 и технических условий ASTM или эквивалентных технических условий. Электроды, за исключением электродов с низким содержанием водорода, подлежат испытанию без кондиционирования.⁶

⁶ Кондиционированием может считаться любая специальная подготовка или выполнение специальной процедуры, например, прокатка электродов, обычно выполняемая в таких случаях.

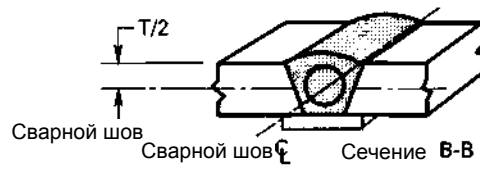
РИС. 2 ОПЫТНЫЙ УЗЕЛ СВАРНОГО ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАЛИЧИЯ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА, ВЫПОЛНЕННОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОДОВ ВСЕХ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ КАТЕГОРИЙ, ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ E6022 [E4322] И ЭЛЕКТРОДОВ E7018M [E4918M]



(а) Испытательная пластина с указанием расположения образцов для испытания на разрыв



(b) Подготовка соединения под сварку



(с) Расположение образца для испытания на удар

Размер	Описание	A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)	Размер электрода		Толщина листа (Т)		Зазор между кромками (R)		Проходов на слой	Всего слоев
				A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)	A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)	A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)		
G	Смещение относительно кромки канавки	1/4-1/2	6-15	3/32	2,5	1/2	13	3/8	10	2	Не указано
L	Длина, мин. [см. Примечание (1)]	10	250	1/8	3,2	1/2	13	1/2	13	2	5-7
S	Нахлест подкладочной полосы, мин.	1/4	6	5/32	4,0	3/4	20	5/8	16	2	7-9
V	Толщина подкладочной полосы, мин.	1/4	6	3/16	5,0	3/4	20	3/4	20	2	6-8
W	Минимальная ширина	5	125	7/32	6,0	3/4	20	7/8	24	2	6-8
Z	Обрезь, мин.	1	25	1/4	6,0	1	25	1	24	2	9-11
				5/16	8,0	1 1/4	30	1 1/8	32	2	10-12

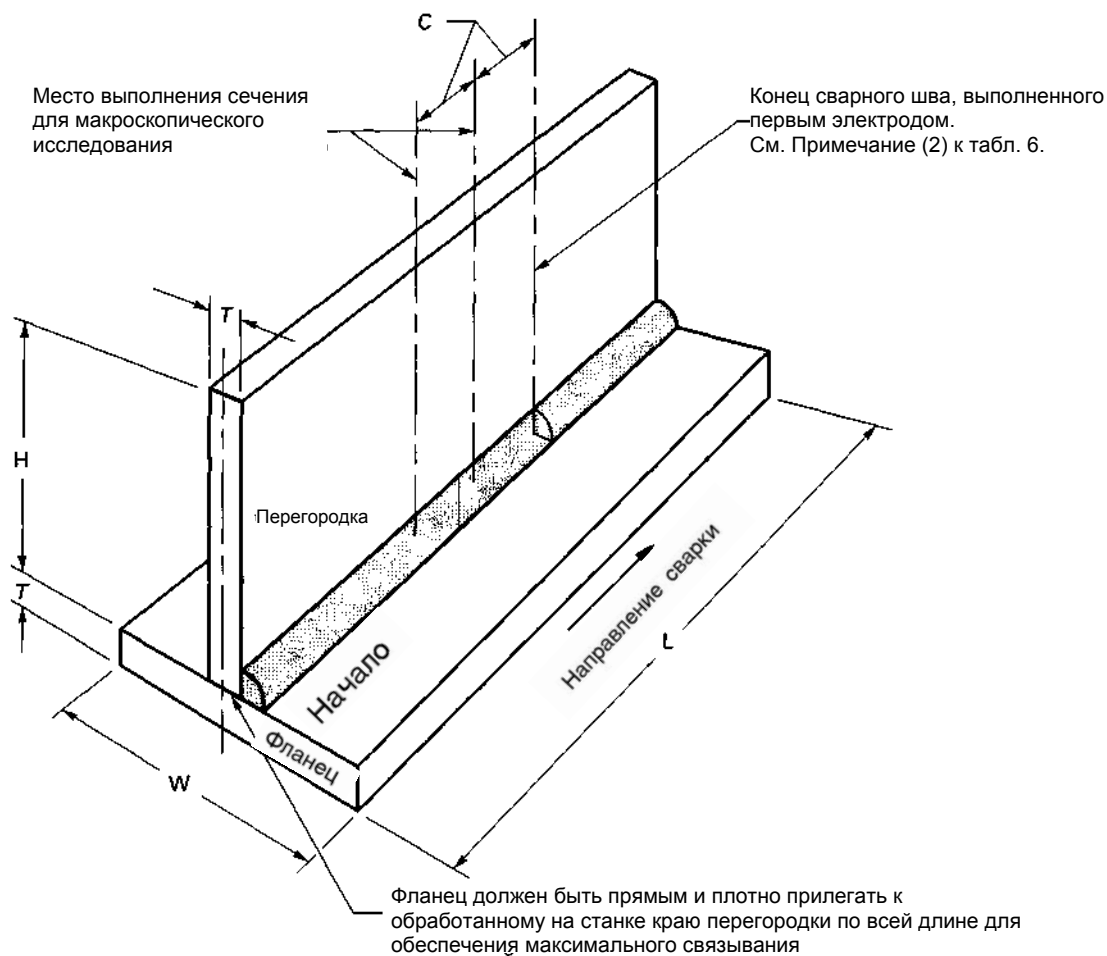
ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 5.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Перед сваркой узел можно предварительно установить так, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для облегчения отбора опытных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости не более чем на 5 градусов. Опытный сварной узел с отклонением от плоскости более чем на 5 градусов должен быть забракован. Рихтовка опытного узла не допускается.
- Сварка проводится в нижней позиции с использованием каждого рода тока, указанного в таблице 4, за исключением классификационных категорий, указанных в Примечании К к таблице 4.
- Температура предварительного нагрева должна быть не менее 225 °F (105 °C). Температура металла между проходами должна быть не менее 225°F [105°C] и не более 350 °F [175 °C].
- Допускается сварка основания сварного соединения уплотняющим швом посредством электродов диаметром 3/32 дюйма или 1/8 дюйма [2,5 мм или 3,2 мм] с применением узких валиков.
- Кроме останова и пуска на концах, каждый проход должен производиться с остановами и пусками и между концами.
- Готовый сварной шов должен быть выполнен, по меньшей мере, на одном уровне с поверхностью опытного листа.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Для испытания электродов длиной свыше 18 дюймов [450 мм] следует посредством сварки выполнить опытный узел длиной 20 дюймов [500 мм].

Рис. 3 ОПЫТНАЯ СБОРКА УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА

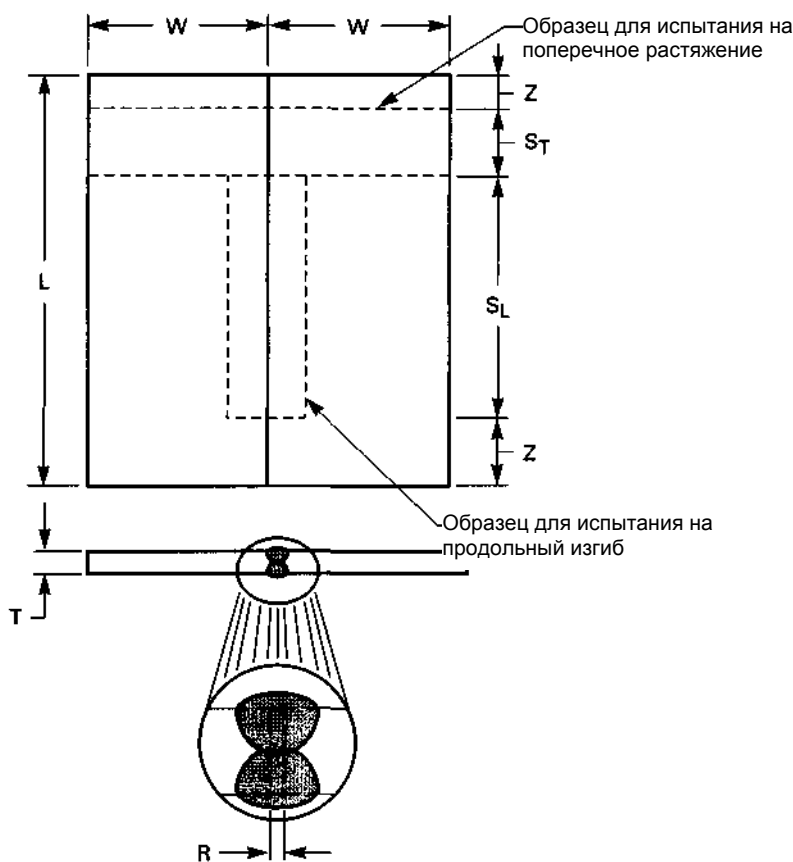


Размеры	дюймы	мм
C, приблизительно	1	25
H, мин.	3	75
W, мин.	3	75
T	см.табл.6	
L	см.табл.6	

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 5.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Узел должен быть сварен в каждой позиции, заданной в таблице 6 и показанной на рис. 6, с использованием каждого рода тока, указанного в таблице 4.
- Температура предварительного нагрева должна составлять не менее 60 °F [15 °C].
- Однопроходный угловой сварной шов выполняют с одной стороны сварного соединения. Первый электрод должен быть израсходован до длины не более 2 дюймов [50 мм].
- Сварка в вертикальной позиции должна выполняться в направлении вверх, кроме классификационной категории E7048 [E4948], когда сварка должна выполняться сверху вниз.
- Зачистка шва должна ограничиваться скалыванием шлака, зачисткой щеткой и пучковым зачистным молотком. Запрещена шлифовка или обработка напильником.

РИС. 4 ОПЫТНЫЙ УЗЕЛ, ВЫПОЛНЕННЫЙ ЭЛЕКТРОДАМИ E6022 [E4322], ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ ОБРАЗЦОВ С ПОПЕРЕЧНЫМ СВАРНЫМ ШВОМ И ИСПЫТАНИЯ НА ЗАГИБ С ОПРАВКОЙ ОБРАЗЦОВ С ПРОДОЛЬНОМ СВАРНЫМ ШВОМ

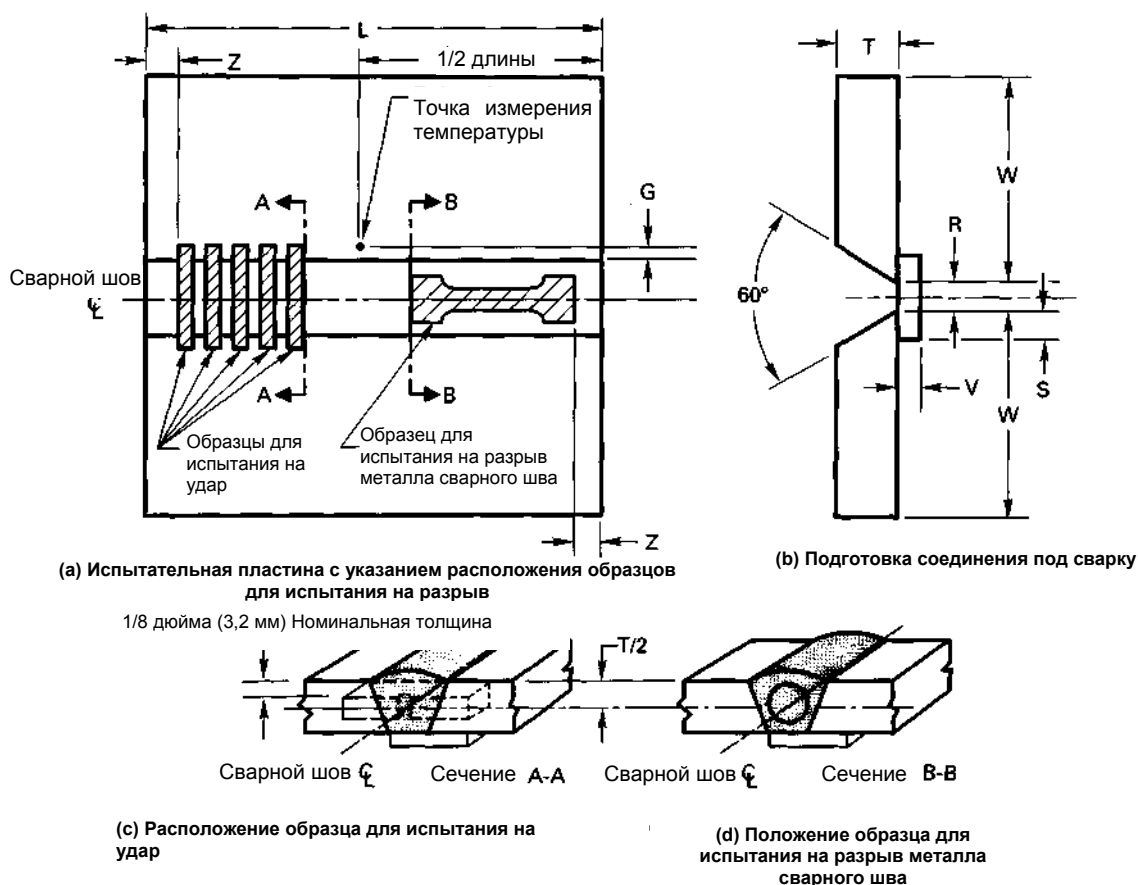


Размеры		A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)
L	Минимальная длина	10	250
W	Минимальная ширина	4	100
R	Максимальный зазор между кромками	1/16	1,6
St	Образец с поперечным сварным швом	2	50
Sl	Образец с продольным сварным швом	6	150
T	Толщина, дюймы	1/4	6
Z	Минимальная обрезка	1	25

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 5.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Перед сваркой узел можно предварительно установить так, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для облегчения отбора опытных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости не более чем на 5 градусов. Опытный сварной узел с отклонением от плоскости более чем на 5 градусов должен быть отбракован. Рихтовка опытного узла не допускается.
- Сварка должна выполняться в нижней позиции с использованием рода тока, указанного в таблице 4.
- Температура предварительного нагрева должна составлять не менее 60 °F [15 °C]. Температура между проходами не должна превышать 350 °F [180 °C].
- Кроме останова и пуска на концах каждый проход должен производиться с остановами и пусками и между концами.
- Может быть выполнена строжка с обратной стороны для обеспечения бездефектности металла шва по всей толщине опытного узла.
- Готовый сварной шов должен быть выполнен, по меньшей мере, на одном уровне с поверхностью опытного листа.

РИС. 5 ОПЫТНЫЙ СВАРНОЙ ШОВ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАЛИЧИЯ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА, ВЫПОЛНЕННЫЙ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОДОВ E7018M [E4918M]



Размер	Описание	A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)
G	Смещение относительно кромки канавки	1/4-1/2	6-15
L	Минимальная длина	10	250
R	Зазор между кромками, мин.	1/4	6
S	Нахлестка подкладочной полосы, мин.	1/4	6
T	Толщина пластины	3/4	20
V	Толщина подкладочной полосы, мин.	1/4	6
W	Минимальная ширина	5	125
Z	Минимальная обрезка	1	25

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 5.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Перед сваркой узел можно предварительно установить так, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для облегчения отбора опытных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости не более чем на 5 градусов. Опытный сварной узел с отклонением от плоскости более чем 5 градусов должен быть забракован. Рихтовка опытного узла не допускается.
- Сварка узла должна выполняться в вертикальной позиции в направлении снизу вверх электродами диаметром $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] не менее, а также в нижней позиции электродами $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] и более с применением типа тока, указанного в таблице 4 для данного электрода, и технологии сварки, рекомендованной изготовителем электродов.
- Температура предварительного нагрева и температура между проходами должна составлять от 200 °F до 250 °F [90 °C – 120 °C].
- Погонная энергия сварки должна составлять от 30 кДж/дюйм до 40 кДж/дюйм [1,2 кДж/мм - 1,6 кДж/мм] для электродов диаметром $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм] и от 50 кДж/дюйм до 60 кДж/дюйм [2,0 кДж/мм - 2,4 кДж/мм] для электродов диаметром $\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм] и более.
- Кроме останова и пуска на концах, каждый проход должен производиться с остановами и пусками и между концами.
- Готовый сварной шов должен быть выполнен, по меньшей мере, на одном уровне с поверхностью опытного листа. Максимальное усиление сварного шва должно составлять $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм]. Проковка валиков сварного шва не допускается.

ТАБЛИЦА 5
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ
ОПЫТНЫХ СВАРНЫХ УЗЛОВ

Классификация AWS	Основной металл		
	Тип	Технические условия ASTM ⁽¹⁾	Номер UNS ⁽²⁾
Все	Углеродистая сталь	A131 Марка B	K02102
		A285 Марка A	K01700
		A285 Марка B	K02200
Все за исключением E7018M [E 4918M]	Углеродистая сталь	A285 Марка C	K02801
		A283 Марка D	K02702
		A36	K02600
		A29 Марка 1015	G10150
		A29 Марка 1020	G10200

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Можно использовать эквивалентную сталь.
(2) Единая система нумерации SAE/ASTM для металлов и сплавов.

Электроды с низким содержанием водорода, если на период хранения они не были защищены от воздействия влаги, выдерживают при температуре от 500 °F до 800 °F [260 °C – 430 °C] не менее 1 ч перед испытаниями. Испытание сварных узлов должно производиться в соответствии с разделами 10 - 15.

9.3 Наплавленная поверхность. Наплавленную поверхность подготавливают в соответствии с рис. 1, за исключением вариантов, указанных в п. 9.1 (отбор образца из разрушенного образца для испытаний на разрыв или соответствующей области металла сварного шва с разделкой кромок, показанного на рис. 2 и 5). В качестве основы для выполнения наплавленной поверхности следует использовать лист любого удобного размера, тип которого соответствует табл. 5. Поверхность основного металла, на которую наплавляют присадочный металл, должна быть чистой. Наплавку следует наваривать в нижней позиции в несколько слоев для получения неразбавленного металла сварного шва. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60 °F [15 °C], а температура между проходами не должна превышать 300 °F [150 °C]. Шлак следует удалять после каждого прохода. Слой можно подвергать закалке в воде после каждого прохода. Размеры готовой наплавленной поверхности должны соответствовать размерам, показанным на рис. 1. Порядок проведения испытаний данного узла должен соответствовать порядку, описанному в разделе 10.

9.4 Сварной шов с разделкой кромок

9.4.1 Механические свойства и бездефектность. Опытный узел подготавливают и сваривают, как показано на рис. 2 или 5, с применением основного металла соответствующего типа (см. табл. 5). Порядок испытания данного узла должен соответствовать порядку, указанному в разделах 11, 12 и 14. Узел испытывают в состоянии непосредственно после сварки.

9.4.2 Испытание на разрыв образца с поперечным швом и испытание на изгиб образца с продольным швом. Опытный узел подготавливают и сваривают, как показано на рис. 4, используя основной металл подходящего типа (см. табл. 5). Испытания данного узла должны проводиться в соответствии с пп. 12.5 - 12.7 и разделом 13. Узел испытывают в состоянии непосредственно после сварки.

9.5 Угловой сварной шов. Опытный узел

подготавливают и сваривают, как показано в табл. 4 и на рис. 3, используя основной металл подходящего типа см. табл. 5. Позиции сварки данного узла должны соответствовать табл. 6 и рис. 3 и 6 по размеру и классификационной категории электрода. Испытание такого узла должно проводиться в соответствии с указаниями раздела 15.

10. Химический анализ

10.1 Образец для анализа отбирают из металла сварного шва, полученного при помощи данного электрода. Образец отбирают из наплавленной поверхности или с уменьшенного сечения разрушенного образца металла сварного шва для испытания на разрыв, либо из соответствующего места сварного шва с разделкой кромок, показанного на рис. 2 или 5. Следует избегать области запуска дуги и областей с кратерами.

Верхний слой наплавленной поверхности, рассмотренной в п. 9.3 и показанной на рис. 1, удаляется и отбрасывается, образец для анализа отбирается из нижележащего металла подходящими механическими средствами. Образец не должен содержать шлаков и должен быть взят из области на расстоянии не менее 1/4 дюйма [6 мм] от ближайшей поверхности основного металла. Образец для химического анализа, взятый из уменьшенного сечения излома образца для испытания на разрыв или из соответствующего места (или из любого места выше него) сварного шва с разделкой кромок согласно рис. 2 или 5, должен быть подготовлен для анализа соответствующим механическим способом.

10.2 Анализ образца следует проводить с помощью аналитического метода. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 350, «Стандартный метод химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа».

10.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 7 для электродов испытываемой классификационной категории.

ТАБЛИЦА 6
ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ОПЫТНЫХ УЗЛОВ
С УГЛОВЫМ СВАРНЫМ ШВОМ

Классификация AWS		Размер электрода		Толщина (Т) ⁽¹⁾		Длина (L), минимальная. ⁽²⁾		Положение при сварке	Размер углового шва	
A5.1	A5.1M	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм		дюймы	мм
E6010	E4310	3/32	2,4; 2,5	1/8	3	10	250	В и П	5/32 макс.	4,0 макс.
и E6011	и E4311	1/8	3,2	3/16	5	12	300	В и П	3/16 макс.	5,0 макс.
		5/32	4,0	3/8	10	12	300	В и П	1/4 макс.	6,0 макс.
		3/16	4,8; 5,0	3/8	10	12	300	В и П	5/16 макс.	8,0 макс.
		7/32	5,6	1/2	13	12 или 16 ⁽³⁾	300 или 400 ⁽³⁾	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		1/4	6,0; 6,4	1/2	13	16	400	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		5/16	8,0	1/2	13	16	400	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		1/16-5/64	1,6-2,0	1/8	3	6	150	В и П	1/8 макс.	3,0 макс.
		3/32	2,4; 2,5	1/8	3	10	250	В и П	1/8 макс.	3,0 макс.
		1/8	3,2	3/16	5	12	300	В и П	3/16 макс.	5,0 макс.
		5/32	4,0	3/8	10	12	300	В и П	1/4 макс.	6,0 мин.
E6012, E6013, и E6019	E4312, E4313, и E4319	3/16	4,8; 5,0	1/2	13	12	300	В и П	3/8 макс.	10,0 макс.
		7/32	5,6	1/2	13	12 или 16 ⁽³⁾	300 или 400 ⁽³⁾	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		1/4	6,0; 6,4	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
		5/16	8,0	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
E7014	E4914	3/32	2,4, 2,5	1/8	3	12	300	В и П	5/32 макс.	4,0 макс.
		1/8	3,2	3/16	5	12	300	В и П	3/16 макс.	5,0 макс.
		5/32	4,0	3/8	10	12	300	В и П	5/16 макс.	8,0 макс.
		3/16	4,8; 5,0	3/8	10	12	300	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		7/32	5,6	3/8	10	12 или 16 ⁽³⁾	300 или 400 ⁽³⁾	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		1/4	6,0, 6,4	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
		5/16	8,0	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
E7015 и E7016	E4915 и E4916	3/32	2,4; 2,5	1/8	3	10	250	В и П	5/32 макс.	4,0 макс.
		1/8	3,2	1/4	6	12	300	В и П	3/16 макс.	5,0 макс.
		5/32	4,0	3/8	10	12	300	В и П	5/16 макс.	8,0 макс.
		3/16	4,8; 5,0	3/8	10	12	300	ГУ	3/16 мин.	5,0 мин.
		7/32	5,6	1/2	13	12 или 16 ⁽³⁾	300 или 400 ⁽³⁾	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		1/4	6,0; 6,4	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
		5/16	8,0	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.

ТАБЛИЦА 6 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ОПЫТНЫХ УЗЛОВ С УГЛОВЫМ
СВАРНЫМ ШВОМ

Классификация AWS		Размер электрода		Толщина (Т) ⁽¹⁾		Длина (L), минимальная. ⁽²⁾		Положение при сварке	Размер углового шва	
A5.1	A5.1M	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм		дюймы	мм
E6018 и E7018	E4318 и E4918	3/32	2,4; 2,5	1/8	3	10 или 12 ⁽⁴⁾	250 или 300 ⁽⁴⁾	В и П	3/16 макс.	5,0 макс.
		1/8	3,2	1/4	6	12	300	В и П	1/4 макс.	6,0 макс.
		5/32	4,0	3/8	10	12	300	В и П	5/16 макс.	8,0 макс.
		3/16	4,8; 5,0	3/8	10	12	300	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		7/32	5,6	1/2	13	12 или 16 ⁽³⁾	300 или 400 ⁽³⁾	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		1/4	6,0; 6,4	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
E6020	E4320	5/16	8,0	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
		1/8	3,2	1/4	6	12	300	ГУ	1/8 мин.	3,0 мин.
		5/32	4,0	3/8	10	12	300	ГУ	5/32 мин.	4,0 мин.
		3/16	4,8; 5,0	3/8	10	12 или 16 ⁽³⁾	300 или 400 ⁽³⁾	ГУ	3/16 мин.	5,0 мин.
		7/32	5,6	1/2	13	16	400	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		1/4	6,0; 6,4	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
E6027, E7024, E7027, и E7028	E4327, E4924, E2497, и E4928	5/16	8,0	1/2	13	16	400	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
		3/32 ⁽⁵⁾	2,4	1/4	6	10	250	ГУ	5/32 мин.	4,0 мин.
		1/8	2,5 ⁽⁵⁾	1/4	6	12	300	ГУ	5/32 мин.	4,0 мин.
		5/32	3,2	3/8	10	12	300	ГУ	3/16 мин.	5,0 мин.
		3/16	4,0	3/8	10	12 или 16 ⁽³⁾	300 или 400 ⁽³⁾	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
		7/32	4,8; 5,0	1/2	13	16 или 26 ⁽⁶⁾	400 или 650 ⁽⁶⁾	ГУ	1/4 мин.	6,0 мин.
E7048	E4948	1/4	5,6	1/2	13	16 или 26 ⁽⁶⁾	400 или 650 ⁽⁶⁾	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
		5/16	6,0; 6,4	1/2	13	16 или 26 ⁽⁶⁾	400 или 650 ⁽⁶⁾	ГУ	5/16 мин.	8,0 мин.
			8,0							
E7048	E4948	1/8	3,2	1/4	6	12	300	ВВ и П	1/4 макс.	6,0 макс.
		5/32	4,0	3/8	10	12	300	ВВ и П	5/16 макс.	8,0 макс.
		3/16	4,8; 5,0	3/8	10	12 или 16	300 или 400	ВВ и ГУ	1/4 мин.	6,0 макс.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) См. рис. 3. Любые классификационные испытания можно проводить с использованием пластины, толщина которой выражена либо в системе USC, либо в системе СИ.
- (2) Если длина конца валика сварного шва, выполненного первым электродом, составляет менее 4 дюймов (100 мм) от конца опытного узла, следует использовать технологическую пластину в начале шва или более длинный опытный узел.
- (3) Для 14-дюймовых (350-мм) электродов минимальная длина опытного узла должна составлять 12 дюймов (300 мм); для 18-дюймовых (460-мм) электродов минимальная длина опытного узла должна составлять 16 дюймов (400 мм).
- (4) Для 12-дюймовых (300-мм) электродов минимальная длина опытного узла должна составлять 10 дюймов (250 мм); для 14-дюймовых (350-мм) электродов минимальная длина опытного узла должна составлять 12 дюймов (300 мм).
- (5) Только E7024.
- (6) Для 18-дюймовых (460-мм) электродов минимальная длина опытного узла должна составлять 16 дюймов (400 мм); для 28-дюймовых (700-мм) электродов минимальная длина опытного узла должна составлять 26 дюймов (650 мм).

РИС. 6 ПОЗИЦИИ ПРИ СВАРКЕ ОПЫТНЫХ УГЛОВЫХ СВАРНЫХ ШВОВ

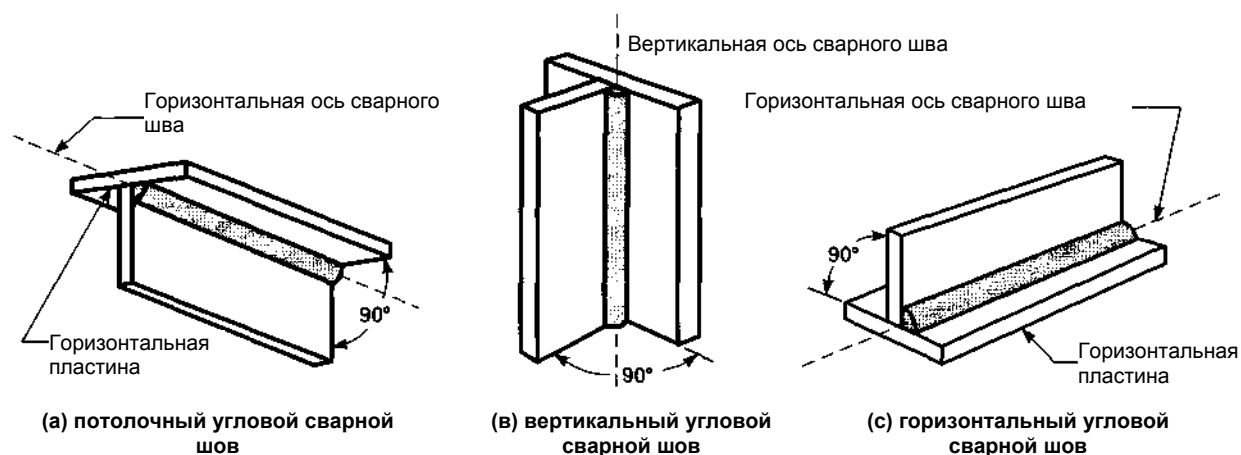


ТАБЛИЦА 7
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ
МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА

Классификация AWS		Номер UNS ⁽¹⁾	Масса, проценты ⁽²⁾									Суммарный предел для Mn + Ni + Cr + Mo +V
A5.1	A5.1M		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	
E6010	E4310	W06010										
E6011	E4311	W06011										
E6012	E4312	W06012										
E6013	E4313	W06013	0,20	1,20	1,00	не указано	не указано	0,30	0,20	0,30	0,08	не указано
E6019	E4319	W06019										
E6020	E4320	W06020										
E6027	E4327	W06027										
E6018	E4318	W06018	0,03	0,60	0,40	0,025	0,015	0,30	0,20	0,30	0,08	не указано
E7015	E4915	W07015	0,15	1,25	0,90	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,08	1,50
E7016	E4916	W07016	0,15	1,60	0,75	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,08	1,75
E7018	E4918	W07018	0,15	1,60	0,75	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,08	1,75
E7014	E4914	W07014	0,15	1,25	0,90	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,08	1,50
E7024	E4924	W07024	0,15	1,25	0,90	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,08	1,50
E7027	E4927	W07027	0,15	1,60	0,75	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,08	1,75
E7028	E4928	W07028	0,15	1,60	0,90	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,08	1,75
E7048	E4948	W07048										
E7018M	E4918M	W07018	0,12	0,40 - 1,60	0,80	0,030	0,020	0,25	0,15	0,35	0,05	не указано

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) Единая система нумерации SAE/ASTM для металлов и сплавов.

(2) Единственное значение соответствует максимальному. N.S. означает «не указано».

11. Радиографический контроль

11.1 Если это требуется в табл. 4, сварной шов с разделкой кромок, описанный в п. 9.4.1 и показанный на рис. 2 или 5, необходимо подвергнуть радиографическому контролю для определения наличия дефектов в наплавленном металле. При подготовке к радиографическому испытанию подкладка должна быть удалена, а обе поверхности сварного шва должны быть обработаны механическим способом или посредством шлифования. Поверхность сварного шва может быть обработана заподлицо с листом или иметь достаточное равномерное усиление, не превышающее $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм]. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими для удобства интерпретации рентгенограммы.

11.2 Радиографические испытания сварного шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 142, «Стандартные методы контроля качества радиографических испытаний». Уровень качества контроля должен соответствовать 2-2Т.

11.3 Металл сварного шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявили следующее:

(a) отсутствие трещин, непроваров или неполного проплавления в сварном соединении

(b) отсутствие шлаковых включений длиной свыше 1/4 дюйма [6,0 мм] или одной трети толщины сварного шва, или отсутствие последовательных групп шлаковых включений с суммарной длиной более толщины сварного шва на участке, длина которого равна 12-кратной толщине шва, кроме случая, когда расстояние между последовательными включениями превышает шестикратную длину самых длинных включений в группе

(c) отсутствие скругленных индикаторных следов, превышающих те, которые разрешены согласно эталонам радиографического контроля, приведенным на рис. 7, в соответствии с указанной в таблице 8 степенью.

При исследовании радиографических снимков участки сварного шва длиной 1 дюйм [25 мм], отмеренные от начала и конца шва, не принимаются во внимание.

11.4 Скругленный индикаторный след – это след (на радиографическом снимке), длина которого превышает его ширину не более чем в три раза. Скругленные индикаторные следы могут быть округлыми, эллиптическими, коническими или иметь неправильную форму, а также могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если он присутствует. Причиной возникновения индикаторного следа может быть шлаковое включение или пористость. Индикаторными следами, максимальный размер которых не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], можно пренебречь. Опытные узлы с индикаторными следами пористости, размеры которых превышают максимальные размеры скругленных следов, допустимые радиографическими эталонами, не отвечают требованиям данных технических условий.

12. Испытание на разрыв

12.1 Для всех электродов, за исключением E6022 [E4322], требуется по одному круглому образцу металла сварного шва для испытания на разрыв в соответствии с разделом «Испытание на разрыв» документа AWS B4.0 [AWS B4.0M], «Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик». Образец вырезают из сварного шва с разделкой кромок, описанного в п. 9.4.1 и показанного на рис. 2 или 5. Для

испытательных пластин толщиной 1/2 дюйма [13 мм] образец металла сварного шва для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0,250 дюйма [6,25 мм]. Если толщина испытательной пластины составляет 3/4 дюйма [20 мм] или более, образец металла сварного шва для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0,500 дюйма [12,5 мм]. Для всех значений толщины листа отношение расчетной длины к диаметру должно составлять 4:1.

12.2 После механической обработки, но до испытаний, допускается старение образцов, представляющих все электроды (за исключением категорий с низким содержанием водорода), при температуре от 200 °F до 220 °F [90 °C – 105 °C] в течение максимум 48 часов с последующим охлаждением до комнатной температуры. Обсуждение целей старения см. в Приложении А, А6.3.

ТАБЛИЦА 8
ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ
РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Классификация AWS		Радиографический эталон ^(1,2)
A5.1	A5.1M	Марка 1
E6018	E4318	
E6019	E4319	
E6020	E4320	
E7015	E4915	
E7016	E4916	
E7018	E4918	
E7018M	E4918M	
E7048	E4948	
E6010	E4310	Марка 2
E6011	E4311	
E6013	E4313	
E6027	E4327	
E7014	E4914	
E7024	E4924	
E7027	E4927	
E7028	E4928	
E6012	E4312	Не указано
E6022	E4322	

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) См. рис 7.

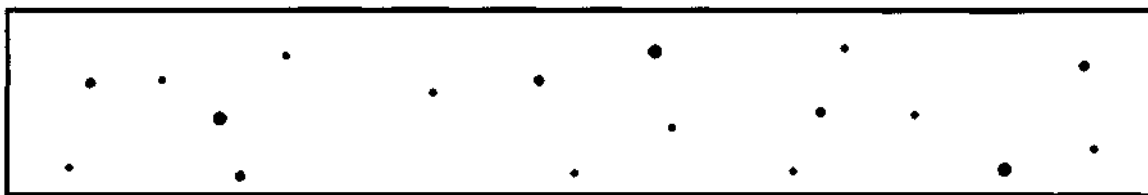
(2) Бездефектность при рентгенографическом контроле, проведенном в промышленных условиях для различных классов электродов, рассматривается в Приложении в п. А6.10.1.

12.3 Подвергнутые и не подвергнутые старению образцы испытывают в соответствии с описанием, приведенным в разделе «Испытания на разрыв» документа AWS B4.0 [AWS B4.0M], «Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик».

12.4 Результаты испытания на разрыв должны отвечать требованиям, указанным в таблице 2.

12.5 Для электродов категории E6022 [E4322] требуется один прямоугольный образец с поперечным швом для испытания на разрыв в соответствии с разделом «Испытание на разрыв» документа AWS B4.0 [AWS B4.0M], «Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик». Образец вырезают из сварного шва с разделкой кромок, описанного в п. 9.4.2 и изображенного на рис. 4. Прямоугольный образец с поперечным швом для испытаний на разрыв должен представлять собой образец полной толщины, вырезанный перпендикулярно направлению сварного шва с номинальной шириной уменьшенного сечения 1,50 дюйма [38 мм].

РИС.7 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЕМОЧНЫЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ (МАРКА 1)



Диаметр или длина 1/64 дюйма (0,4 мм) – 1/16 дюйма (1,6 мм).

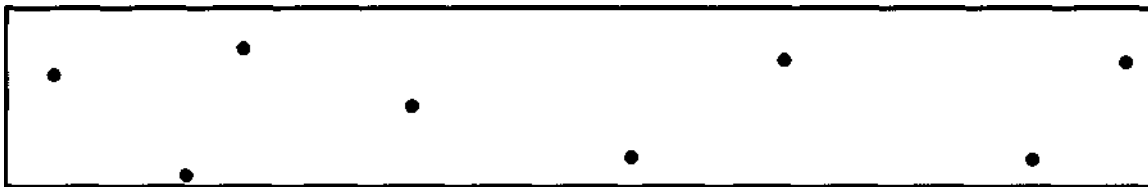
Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 18, со следующими ограничениями:

Максимальное число крупных индикаторных следов длиной или диаметром от 3/64 дюйма (1,2 мм) до 1/16 дюйма (1,6 мм) = 3.

Максимальное число средних индикаторных следов размером 1/32 дюйма (0,8 мм) – 3/64 дюйма (1,2 мм) по диаметру или длине = 5.

Максимальное число мелких индикаторных следов размером 1/64 дюйма (0,4 мм) – 1/32 дюйма (0,8 мм) по диаметру или длине = 10.

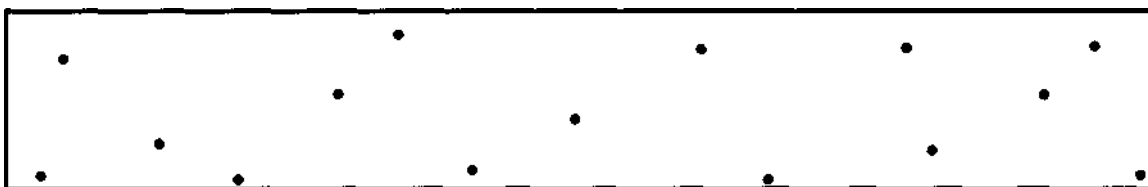
(а) Разнообразные скругленные индикаторные следы



Диаметр или длина 3/64 дюйма (1,2 мм) - 1/16 дюйма (1,6 мм).

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 8.

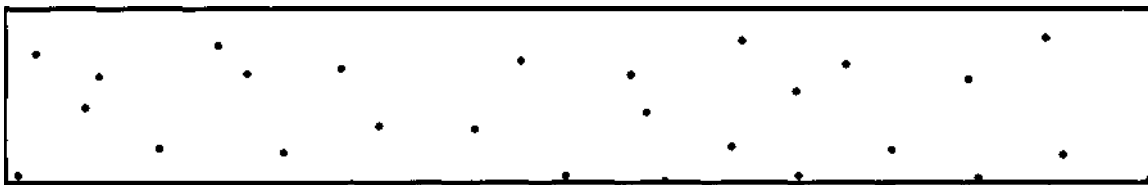
(b) Крупные скругленные индикаторные следы



Диаметр или длина от 1/32 дюйма (0,8 мм) до 3/64 дюйма (1,2 мм).

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 15.

(c) Средние скругленные индикаторные следы

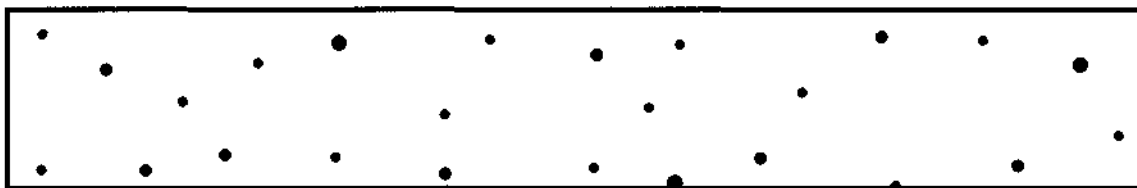


Диаметр или длина 1/64 дюйма (0,4 мм) – 1/32 дюйма (0,8 мм).

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 30.

(d) Малые скругленные индикаторные следы

РИС. 7 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЕМОЧНЫЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ (МАРКА 2) ПРОДОЛЖЕНИЕ



Диаметр или длина 1/64 дюйма (0,4 мм) – 5/64 дюйма (2,0 мм).

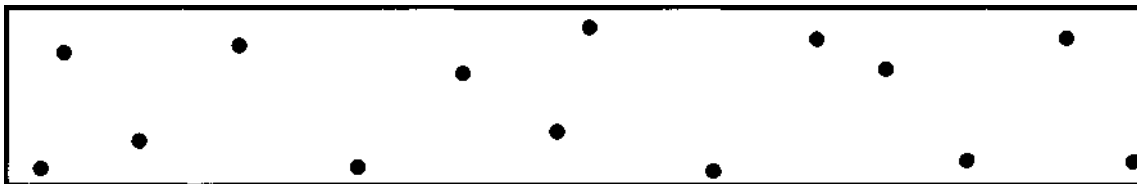
Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 27, со следующими ограничениями:

Максимальное число крупных индикаторных следов длиной или диаметром от 1/16 дюйма (1,6 мм) до 5/64 дюйма (2 мм) = 3.

Максимальное число средних индикаторных следов размером 3/64 дюйма (1,2 мм) – 1/16 дюйма (1,6 мм) по диаметру или длине = 8.

Максимальное число мелких индикаторных следов размером 1/64 дюйма (0,4 мм) – 3/64 дюйма (1,2 мм) по диаметру или длине = 16.

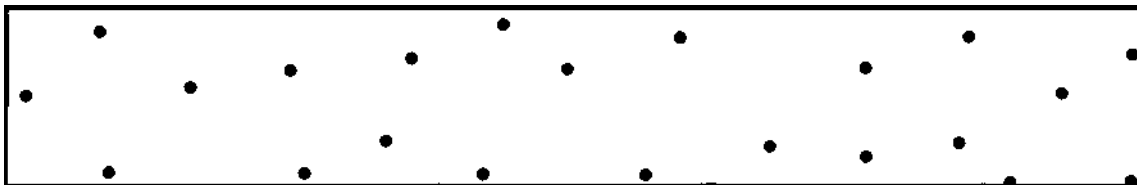
(е) Разнообразные скругленные индикаторные следы



Диаметр или длина 1/16 дюйма (1,6 мм) - 5/64 дюйма (2,0 мм).

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 14.

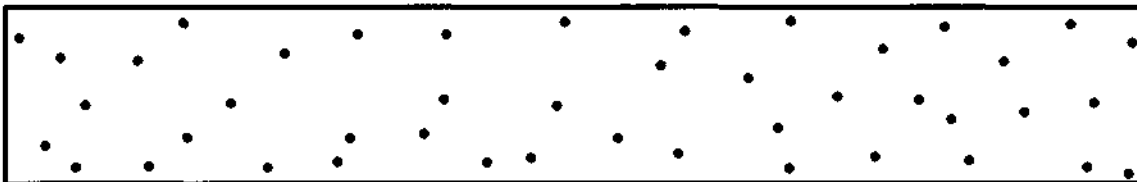
(f) Крупные скругленные индикаторные следы



Диаметр или длина от 3/64 дюйма (1,2 мм) до 1/16 дюйма (1,6 мм).

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 22

(g) Средние скругленные индикаторные следы



Диаметр или длина 1/64 дюйма (0,4 мм) – 3/64 дюйма (1,2 мм).

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 44.

(h) Малые скругленные индикаторные следы

13. Испытание на изгиб

13.1 В соответствии с требованиями таблицы 4 один образец с продольным швом для загиба лицевой поверхностью шва наружу получают механической обработкой опытного сварного шва с разделкой кромок, рассмотренного в п. 9.4.2 и показанного на рис. 4. Номинальная длина образца должна составлять 6 дюймов [150 мм], номинальная ширина – 1,50 дюйма [38 мм], а номинальная толщина – 0,25 дюйма [6 мм]. Другие размеры должны соответствовать указанным в разделе «Испытание на изгиб» документа AWS B4.0 [AWS B4.0M], «Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик».

13.2 После механической обработки, но перед испытанием, образец может подвергаться старению при температуре 200 °C - 220 °F [90 °C - 105 °C] в течение не более 48 часов, после чего его необходимо охладить до комнатной температуры. Обсуждение целей старения см. в Приложении А, А6.3.

13.3 Образец испытывают в соответствии с указаниями, приведенными в разделе «Испытание на изгиб» документа AWS B4.0 [AWS B4.0M], «Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик», путем равномерного загиба на 180 градусов вокруг любой подходящей оправки радиусом 3/4 дюйма [19 мм], как указано в AWS B4.0 [AWS B4.0M]. Образец располагают так, чтобы лицевая часть стороны, сварка которой выполнялась в последнюю очередь, подвергалась растяжению.

13.4 После загиба каждый образец должен иметь радиус 3/4 дюйма [19 мм] с соответствующим припуском на упругое последствие, а металл сварного шва не должен иметь отверстий на выпуклой поверхности, размер которых превосходит 1/8 дюйма [3 мм].

14. Испытание на удар

14.1 Пять полноразмерных образцов для испытания на удар по Шарпи, как указано в разделе «Испытание на вязкость разрушения» документа AWS B4.0 [AWS B4.0M], «Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик», должны быть вырезаны из опытного узла, показанного на рис. 2 или 5, для тех классификационных категорий, для которых в табл. 4 указано обязательное испытание на удар. Поверхность с надрезом и поверхность, подвергаемая удару, образца с V-образным надрезом по Шарпи должны быть параллельны друг другу с допуском в пределах 0,002 дюйма [0,05 мм]. Другие две поверхности должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхностью прямой угол с отклонением в пределах ± 10 минут. Надрез должен быть гладко обработан механическими средствами и должен быть перпендикулярен продольным кромкам образца с допустимым отклонением в 1 градус.

Геометрия надреза должна быть измерена, по крайней мере, у одного образца из пяти. Измерение выполняется при не менее чем 50-кратном увеличении на проекционно-контрольном приборе или металлографическом микроскопе. Правильное расположение надреза должно быть проверено травлением до или после механической обработки.

14.2 Испытания пяти данных образцов должны проводиться в соответствии с требованиями секции «Испытания на вязкость разрушения» стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M]. Температура испытаний не должна

превышать указанной в табл. 3 для электрода испытываемой классификационной категории.

14.3 При оценке результатов испытаний для всех классификационных категорий, требующих испытания на удар, кроме E7018M [E4918M], не учитываются наименьшее и наибольшее значения. Два из оставшихся трех значений должны быть равны заданному уровню энергии в 20 футо-фунтов•с [27 Дж] или превышать его. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 15 футо-фунтов•с [20 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее установленного значения уровня энергии 20 футо-фунтов•с [27 Дж].

14.4 При оценке результатов, полученных для категории E7018M [E4918M], учитывают все пять значений. Не менее четырех значений из пяти должны быть равны заданному уровню энергии 50 футо-фунтов [67 Дж] или превышать его. Одно из пяти значений может быть ниже, но не менее 40 футо-фунтов [54 Дж]. Среднее из пяти значений должно быть не менее требуемого уровня энергии в 50 футо-фунтов [67 Дж].

15 Испытание углового сварного шва

15.1 Испытание углового сварного шва, если оно указано в табл. 4, проводится в соответствии с п. 9.5 и рис. 3. Вся поверхность готового углового шва подлежит визуальному контролю. На ней не должно быть трещин, наплывов, шлака, пористости и значительных подрезов. Допускаются редкие короткие подрезы глубиной до 1/32 дюйма [0,8 мм]. После визуального обследования необходимо изготовить образец длиной около 1 дюйма [25 мм] для макроскопического исследования, как показано на рис. 3. Одну из поверхностей поперечного сечения образца полируют, травят и исследуют в соответствии с п. 15.2.

15.2 На подготовленную поверхность наносят линии, как показано на рис. 8, и определяют калибр углового сварного шва, катет углового шва и выпуклость с точностью до 1/64 дюйма [0,5 мм] по результатам фактического измерения (см. рис. 8). Полученные значения должны отвечать требованиям таблицы 9 в отношении максимальной выпуклости шва и максимальной разности между катетами в соответствии с измеренным калибром шва.

15.3 Две оставшиеся части опытного узла разрушают в области углового шва приложением силы в соответствии с рис. 9. Если требуется облегчить образование излома в угловом сварном шве, можно воспользоваться одной из следующих методик.

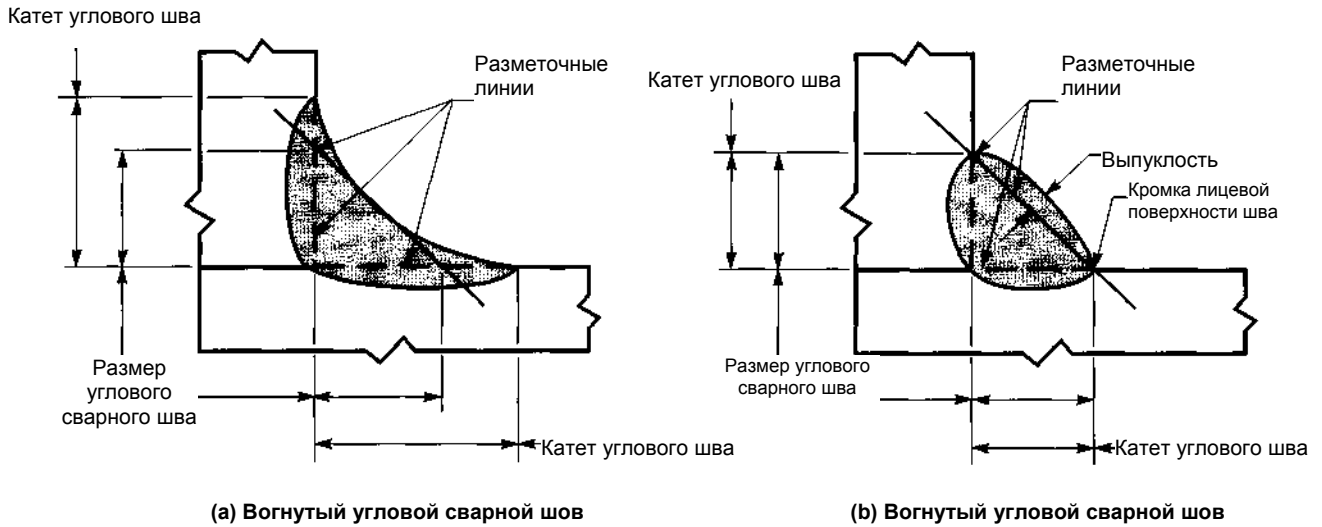
(a) К каждому катету шва может быть добавлен валик усиления, как показано на рис. 9.

(b) Можно изменить положение перегородки на полке, как показано на рис. 9.

(c) Внешняя поверхность углового шва может быть надрезана, как показано на рис. 9.

Испытания, при которых шов вырывается из металла основы во время изгибания, недействительны. Образцы, в которых это имеет место, подлежат замене на их эквивалент, после чего продолжают проходить испытание. В данном случае не действует требование удвоения количества образцов при повторных испытаниях, содержащееся в п. 8.

РИС. 8 РАЗМЕРЫ УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

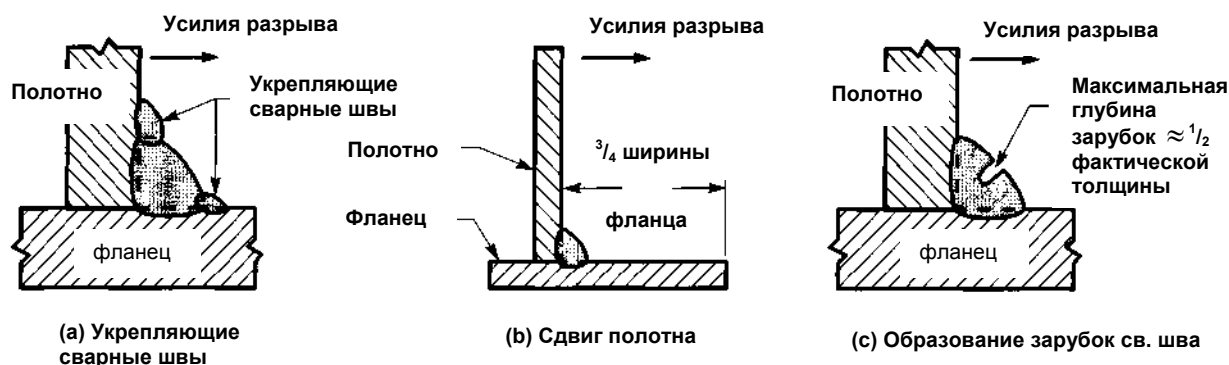
- (a) Калибр углового шва равен длине катетов наибольшего равнобедренного прямоугольного треугольника, который можно вписать в поперечное сечение углового шва.
- (b) Выпуклость равна максимальному расстоянию от лицевой поверхности углового шва по перпендикуляру до линии, соединяющей кромки лицевой поверхности шва.
- (c) Катет углового шва равен расстоянию от основания сварного соединения до кромки лицевой поверхности углового шва.

ТАБЛИЦА 9
ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕРАМ ОБРАЗЦОВ С УГЛОВЫМ СВАРНЫМ ШВОМ ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИГОДНОСТИ К ЭКСПЛУАТАЦИИ

Измеренный калибр углового шва		Максимальная выпуклость		Максимальная разница длин катетов углового шва	
дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
1/8	3,0	5/64	2,0	1/32	1,0
9/64	-	5/64	-	3/64	-
5/32	4,0	5/64	2,0	3/64	1,0
11/64	4,5	5/64	2,0	1/16	1,5
3/16	-	5/64	-	1/16	-
13/64	5,0	5/64	2,0	5/64	2,0
7/32	5,5	5/64	2,0	5/64	2,0
15/64	6,0	5/64	2,0	3/32	2,5
1/4	6,5	5/64	2,0	3/32	2,5
17/64	-	3/32	-	7/64	-
9/32	7,0	3/32	2,5	7/64	3,0
19/64	7,5	3/32	2,5	1/8	3,0
5/16	8,0	3/32	2,5	1/8	3,0
21/64	8,5	3/32	2,5	9/64	3,5
11/32	9,0	3/32	2,5	9/64	4,0
23/64	-	3/32	-	5/32	-
3/8	9,5	3/32	2,5	5/32	4,0
или более	или более				

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: все измеренные значения подлежат округлению с точностью до 1/64 дюйма [0,5 мм].

РИС. 9 ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ РАЗРУШЕНИЯ УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА



15.4 Разрушенные поверхности должны быть осмотрены визуально без увеличения. На разрушенной поверхности не должно быть трещин. Непровар у основания шва не должен превышать 20 % общей длины шва. Не допускается наличие непрерывных участков неполного проплавления длиной свыше 1 дюйма [25 мм] (измерение длины производится вдоль оси сварного шва), за исключением случаев, когда применяются электроды классификационных категорий E6012 [E4312], E6013 [E4313] и E7014 [E4914]. Угловые сварные швы, выполненные электродами данных категорий, могут характеризоваться неполным проплавлением по всей длине. В данных швах также возможен непровар, который ни в одной из точек не должен превышать 25 % длины более короткого катета углового сварного шва.

16. Определение содержания влаги

16.1 Содержание влаги в покрытии электродов определяется любым подходящим методом, если это требуется согласно таблице 4. В спорных случаях в качестве арбитражного используется метод, описанный в стандарте AWS A4.4M, «Стандартная методика определения содержания влаги в сварочных флюсах и покровных флюсах для сварочных электродов».

16.2 Испытанию должны подвергаться электроды без кондиционирования, если изготовитель не дает иных рекомендаций. Если электроды подвергались кондиционированию, это должно быть отмечено в протоколе испытаний наряду с методом кондиционирования, временем и температурой. Содержание влаги не должно превышать указанного в табл. 10 для электрода испытываемой классификационной категории.

17. Определение содержания поглощенной влаги

17.1 Чтобы маркировать электрод с низким содержанием водорода как электрод с низким влагопоглощением (маркировка дополнительным суффиксом «R») или присвоить электроду категорию E7018M [E4918M], достаточное количество электродов необходимо подвергнуть воздействию относительной влажности 80 % при 80 °F [27 °C] в течение не менее чем 9 часов в соответствии с любой подходящей методикой. В спорных случаях арбитражным является метод, описанный в пп.17.2 - 17.6. Содержание влаги в электродном покрытии электродов с низким

влагопоглощением и низким содержанием водорода (например, E7015R [E4915R], E7016R [E4916R], E7016-1R [E4916-1R], E7018R [E4918R], E7018-1R [E4918-1R], E7018M [E4918M], E7028R [E4928R], E7048R [E4948R]) определяют в соответствии с любой подходящей методикой. В спорных случаях в качестве арбитражного используется метод, описанный в стандарте AWS A4.4M, «Стандартная методика определения содержания влаги в сварочных флюсах и покровных флюсах для сварочных электродов». Содержание влаги в покрытии, подвергнутом указанным воздействиям, не должно превышать значений, указанных в таблице 10 для соответствующих электродов и категорий.

17.2 Воздействию указанных внешних условий должна быть подвергнута выборка электродов каждого размера E7018M [E4918M] или наименьший и наибольший размеры электрода с обозначением «R». Если перед воздействием указанных условий электроды подвергли кондиционированию, это должно быть отмечено в протоколе испытаний наряду с указанием времени и температуры кондиционирования. Кондиционирование электродов после воздействия указанных внешних условий не допускается.

17.3 Образец электрода выдерживают в камере искусственного климата, калиброванной и контролируемой надлежащим образом, в течение не менее чем 9 часов при температуре 80 °F - 85 °F [27 °C - 30 °C] и относительной влажности 80 % - 85 %.

17.4 Камера искусственного климата должна отвечать следующим требованиям:

- Прибор должен представлять собой изолированный увлажнитель, обеспечивающий температуру адиабатического насыщения за счет регенеративного испарения или выпаривания воды
- Средняя скорость движения воздуха в воздушной оболочке, окружающей покрытый электрод, в агрегате должна составлять 100 - 325 футов/мин (0,5 - 1,7 м/с).
- Агрегат должен иметь бескапельную зону, где можно расположить покрытый электрод длиной до 18 дюймов [450 мм], причем длина электрода должна располагаться по возможности перпендикулярно к общему направлению воздушного потока.
- Агрегат должен иметь калиброванные устройства для непрерывного измерения и регистрации температуры шарика сухого термометра и температуры шарика смоченного термометра или разности этих температур в течение всего требуемого периода времени.

ТАБЛИЦА 10
ОГРАНИЧЕНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ВЛАГИ В
ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОКРЫТИЯХ

Классификация AWS		Обозначение электрода		Ограничения по содержанию влаги, % по массе,, максимум	
A5.1	A5.1M	A5.1	A5.1M	Непосредственно после поставки или после кондиционирования ⁽¹⁾	Непосредственно после обработки ⁽²⁾
E6018	E4318	E6018	E4318		
E7015	E4915	E7015	E4915		
E7016	E4916	E7016	E4916		
		E7016-1	E4916-1		
E7018	E4918	E7018	E4918	0,6	Не указано
		E7018-1	E4918-1		
E7028	E4928	E7028	E4928		
E7048	E4948	E7048	E4948		
E6018	E4318	E6018R	E4318R		
E7015	E4915	E7015R	E4915R		
E7016	E4916	E7016R	E4916R		
		E7016-1R	E4916-1R		
E7018	E4918	E7018R	E4918R	0,3	0,4
		E7018-1R	E4918-1R		
E7028	E4928	E7028	E4928R		
E7048	E4948	E7048R	E4948R		
E7018M	E4918M	E7018M	E4918M	0,1	0,4

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Покрyтия электродов после получения или кондиционирования должны быть испытаны согласно п. 16, «Определение содержания поглощенной влаги».
- (2) Покрyтия электродов «после обработки» – это покрyтия, подвергнутые воздействию влажности согласно разделу 17 - перед испытанием согласно разделу 16.

(e) Скорость воздуха в приборе над шариком смоченного термометра должна быть не менее 900 футов/мин [4,5 м/с], если нет свидетельств того, что скорость воздуха не влияет на показания данного прибора, или если известен поправочный коэффициент, который позволяет получить скорректированные показания термометра со смоченным шариком, равные температуре адиабатического расширения.

(f) Термометр со смоченным шариком должен располагаться на входе вентилятора, чтобы на него не попадало тепловое излучение.

17.5 Процедура воздействия при заданных внешних условиях должна быть следующей:

a) Образец электрода, извлеченный из ранее не вскрывавшейся упаковки или из партии, прошедшей повторное кондиционирование, нагревают до температуры -0 °, +10 °F [6 °C] выше температуры конденсации.

b) Образец электрода должен быть помещен в камеру немедленно после вскрытия упаковок.

c) Электроды размещают в камере вертикально или горизонтально, так чтобы расстояние между центрами составляло не менее 1 дюйма [25 мм], причем длина электрода должна располагаться по возможности перпендикулярно к общему направлению воздушного потока.

d) Время, температура и влажность регистрируются непрерывно, пока электроды находятся в камере.

e) Отсчет времени воздействия должен начинаться с момента установления в камере требуемых температуры и влажности.

f) По истечении времени обработки электроды следует извлечь из камеры и отобрать образец покрытия электрода для определения содержания поглощенной влаги

согласно п. 16, «Определение содержания поглощенной влаги».

17.6 Здесь не указываются все критические факторы, которые способны повлиять на результаты испытаний. Соответственно, изготовителю следует контролировать такие факторы, имеющие отношение к проблеме, с целью обеспечения большей надежности результатов.

18. Определение содержания диффундирующего водорода

18.1 Наименьший и наибольший размеры электродов каждой категории, которые предполагается маркировать необязательным дополнительным обозначением содержания диффундирующего водорода, а также все размеры E7018M [E4918M] подлежат испытанию в соответствии с одной из методик, приведенных в стандарте AWS A4.3, «Стандартные методы определения содержания диффундирующего водорода в мартенситных, бейнитных и ферритных сталях сварного шва, выполненного дуговой сваркой». Если среднее значение результатов испытаний удовлетворяет требованиям, приведенным в таблице 11, в классификационное обозначение можно включить соответствующее обозначение, соответствующее содержанию диффундирующего водорода.

18.2 Испытание должно проводиться без кондиционирования электрода, если изготовитель не дает иных рекомендаций. Если электроды подвергались кондиционированию, это должно быть отмечено в протоколе испытаний наряду с методом кондиционирования, временем и температурой.

**ТАБЛИЦА 11 ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
СОДЕРЖАНИЯ ДИФФУНДИРУЮЩЕГО ВОДОРОДА
В МЕТАЛЛЕ СВАРНОГО ШВА**

Классификация AWS		Маркировка в соответствии с содержанием диффундирующего водорода	Макс. содержание диффундирующего водорода, среднее, мл/100 г наплавленного металла ^(1,2)
A5.1	A5.1M		
E7018M	E4918M	Нет	4
E6018	E4318		
E7015	E4915	H16	16
E7016	E4916		
E7018	E4918	H8	8
E7028	E4928		
E7048	E4948	H4	4

Примечания:

- (1) Определение содержания диффундирующего водорода в соответствии с разделом 18, «Определение содержания диффундирующего водорода», является обязательным для электродов E7018M [E4918M]. Определение содержания диффундирующего водорода в других электродах с низким содержанием водорода требуется только в случае присвоения дополнительного обозначения, связанного с содержанием диффундирующего водорода.
- (2) Некоторые классы электродов с низким содержанием водорода могут не отвечать требованиям H4 и H8.

18.3 С целью сертификации соответствия требованиям к содержанию диффундирующего водорода используют эталонные условия, соответствующие абсолютной влажности, равной десяти (10) грамам влаги на фунт [1,43 г/кг] сухого воздуха, во время сварки.⁷ Необходимо указать фактические условия окружающей среды наряду со средними значениями для испытаний в соответствии со стандартом AWS A4.3.

18.4 Если абсолютная влажность во время подготовки опытного узла равна эталонному значению или превышает его, испытание считается удовлетворяющим требованиям данных технических условий, при условии что фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям в отношении содержания диффундирующего водорода для применяемого обозначения. Аналогично, если фактические результаты испытания электрода отвечают требованиям к более низкому или самому низкому обозначению содержания диффундирующего водорода, как указано в таблице 11, электрод отвечает также требованиям для обозначения, соответствующего более высокому содержанию диффундирующего водорода в таблице 11, без необходимости повторного испытания.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

19. Способ изготовления

Электроды, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение изделий, отвечающих требованиям данных технических условий.

20. Стандартные размеры и длины

20.1 Стандартные размеры (диаметр электродной проволоки) и длины электродов указаны в таблице 12.

20.2 Диаметр электродной проволоки не должен отличаться более чем на $\pm 0,002$ дюйма [0,05 мм] от заданного диаметра. Длина не должна отличаться от заданной более чем на $\pm 1/4$ дюйма [10 мм].

21. Электродная проволока и покрытие

21.1 Электродная проволока и покрытие не должны иметь дефектов, которые могли бы повлиять на равномерность напыления электрода.

21.2 Электродная проволока и покрытие должны быть настолько концентрическими, чтобы максимальный размер «проволока плюс один слой покрытия» не превышал его минимального значения более чем:

- a) на 7 % среднего размера для диаметров 3/32 дюйма [2,5 мм] и менее
- b) на 5 % среднего размера для диаметров 1/8 дюйма [3,2 мм] и 5/32 дюйма [4,0 мм]
- c) на 4 % среднего размера для диаметров 3/16 дюйма [5,0 мм] и более.

Концентричность может быть измерена любым подходящим методом.

22. Непокрытая часть электродной проволоки

22.1 Зажимной конец электрода должен быть оголен (не иметь покрытия) на отрезке длиной не менее 1/2 дюйма [12 мм] и не более 1 1/4 дюйма [30 мм] в случае электродов диаметром 5/32 дюйма [4,0 мм] и менее; и на отрезке длиной не менее 3/4 дюйма [20 мм] и не более 1 1/2 дюйма [40 мм] в случае электродов диаметром 3/16 дюйма [5,0 мм] и более для обеспечения электрического контакта с держателем электродов.

22.2 Дуговой конец каждого электрода должен быть электропроводящим и иметь достаточное сужение покрытия для легкого пуска дуги. Длина токопроводящего конца (измеренная от конца электродной проволоки до того места, где имеется полное сечение покрытия) не должна превышать 1/8 дюйма [3,2 мм] или диаметра электродной проволоки, в зависимости от того, какое из значений меньше. Электроды с задирами покрытия возле дугового конца, оголяющими электродную проволоку не больше, чем наименьшее из двух значений: 1/4 дюйма [6,0 мм] либо два диаметра электродной проволоки, отвечают требованиям данных технических условий, обеспечивая покрытие более 50 % окружности проволоки.

23. Идентификация электродов

Все электроды должны быть маркированы следующим образом:

23.1 По меньшей мере, один оттиск обозначения электрода (классификационный номер плюс необязательное обозначение) в соответствии с рис. 10 должен быть нанесен на покрытие электрода в пределах 2 1/2 дюйма [65 мм] со стороны зажимного конца электроды. Префикс «Е» в электродной классификации может быть опущен в надпечатке.

23.2 Цифры и буквы оттиска должны быть выполнены прямым жирным шрифтом такого размера, чтобы обозначение легко читалось.

⁷ См. A8.2 в Приложении А.

ТАБЛИЦА 12
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНА

Диаметр электродной проволоки ⁽¹⁾		Длина ^(1,2)	
A5.1 (дюймы)	A5.1M ⁽³⁾ (мм)	A5.1 (дюймы)	A5.1M (мм)
$1/16$	1,6	9	225
$5/64$	2,0	9 или 12	225 или 300
$3/32$	-	12 или 14	-
-	2,5	-	300 или 350
$1/8$	3,2	14	350
$5/32$	4,0	14 или 18	350 или 450
$3/16$	-	14 или 18	-
-	5,0	-	350 или 450
$7/32$	-	14 или 18 или 28	-
-	6,0	-	350 или 450 или 700
$1/4$	-	18 или 28	-
$5/16$	8,0	18 или 28	450 или 700

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) Длина и размеры, отличные от приведенных здесь, должны быть оговорены поставщиком и покупателем.

(2) Во всех случаях для электродов с концевыми зажимами приведены стандартные размеры.

(3) ISO 544 Присадочные материалы - Технические условия поставки для присадочных металлов - Типы продукции, размеры, пределы отклонений и маркировка. См. 20.2 по допустимым отклонениям в диаметре и длине.

23.3 Чернила, используемые для нанесения изображения, должны обеспечивать достаточный контраст с покрытием электрода так, чтобы при обычном использовании цифры и буквы были отчетливо видны до и после сварки.

23.4 Если электрод классифицируется как отвечающий требованиям обеих систем A5.1 и A5.1M, используются оба варианта обозначения электрода.

24. Упаковка

24.1 Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях. Кроме того, электроды класса E7018M [E4918M] должны быть упакованы в герметичные контейнеры. Эти герметичные контейнеры должны отвечать требованиям испытаний, описанных в п. 24.3.

24.2 Стандартный вес упаковки должен согласовываться между поставщиком и покупателем.

24.3 Герметичные контейнеры могут быть испытаны путем помещения отобранного опытного образца контейнера в воду с температурой по меньшей мере на 50 °F [30 °C] выше температуры упакованного материала (комнатной температуры). Контейнер погружается в воду таким образом, чтобы наблюдаемая поверхность находилась на 1 дюйм [25 мм] ниже уровня воды и наибольшее измерение

основания контейнера было параллельно поверхности воды. Негерметичность контейнера определяется по наличию постоянного потока воздушных пузырьков, выходящих из контейнера. Если поток пузырьков не прекращается в течении 30 секунд, то контейнер признается не отвечающим требованиям данных Технических Условий.

25. Маркировка упаковки

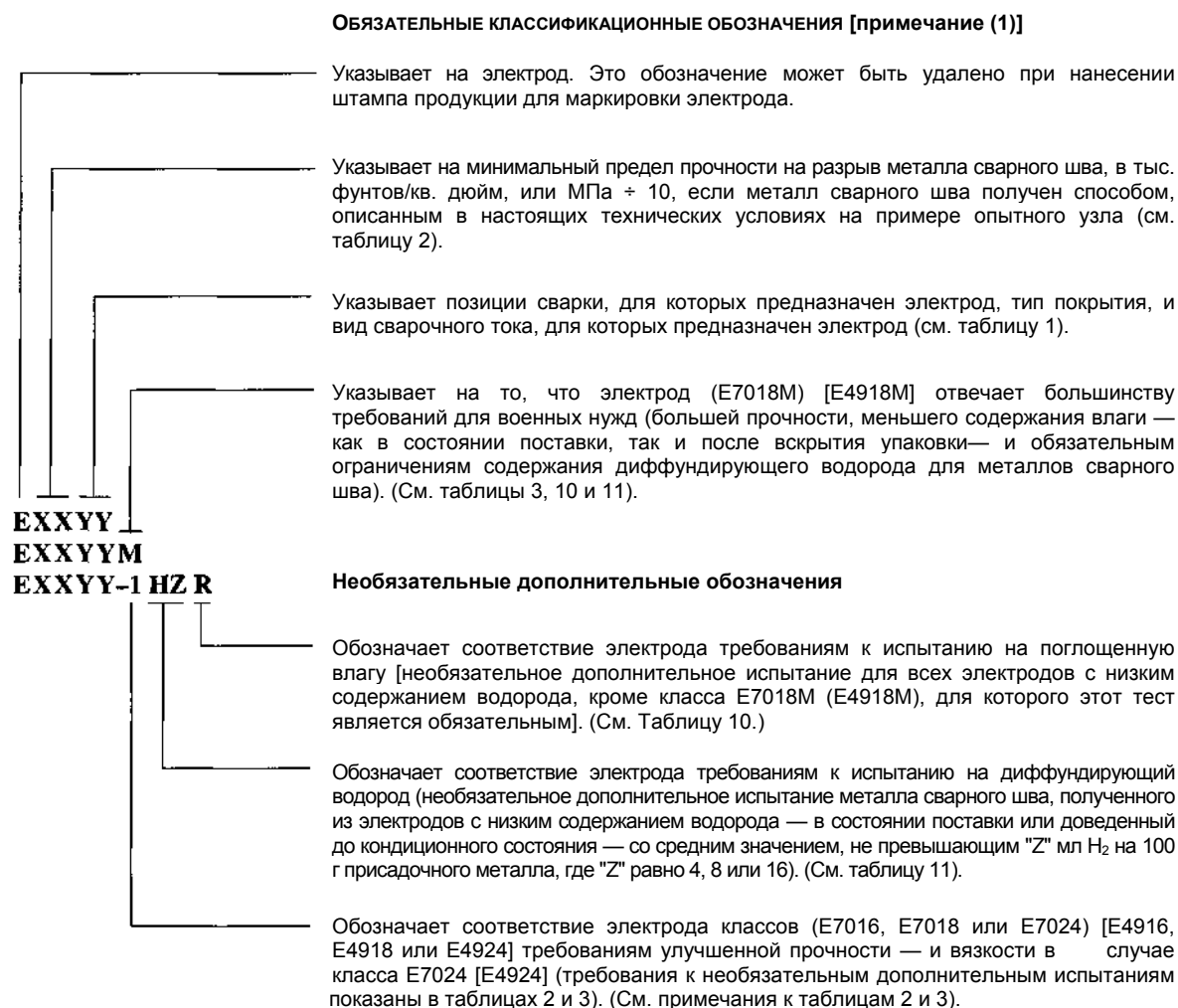
25.1 На наружной стороне каждой отдельной упаковки должна быть разборчиво обозначена как минимум следующая информация:

- (a) Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);
- (b) Наименование поставщика и торговая марка;
- (c) Размер и масса нетто;
- (d) Номер партии, контроля или плавки.

25.2 Информация о мерах предосторожности⁸, представленная в последнем издании ANSI Z49.1 (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁸ Типовые предупреждающие обозначения приведены в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

РИС. 10 ПОРЯДОК ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

(1) Сочетание этих обозначений составляет классификацию электрода.

Приложение А

Руководство к Техническим условиям AWS для сварочных электродов из углеродистой стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом

(Данное приложение не является частью стандарта AWS A5.1/A5.1M:2004, *Технические условия для сварочных электродов из углеродистой стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом, и включено только для информации*).

А1. Введение

Целью настоящего руководства является связь классификации электродов с их предназначенным применением, с тем чтобы данные технические условия могли использоваться более эффективно. Ссылка на соответствующие технические условия на основные металлы дается всегда, где это возможно и полезно. Такие ссылки даются только в качестве примеров, а не в виде полного перечня материалов, для которых пригоден каждый присадочный металл.

А2. Система классификации

А2.1 Система для определения классификации электродов в пределах настоящих Технических условий следует стандартному образцу, используемому в других Технических условиях Американского общества специалистов по сварке для присадочных металлов. Буква "Е" в начале каждого обозначения в классификации указывает на электрод. Первые две цифры, 60 [43], например, указывают предел прочности металла сварного шва на разрыв как минимум 60 тыс. фунтов/кв. дюйм [430 МПа], если металл сварного шва получен способом, описанным в настоящих технических условиях на примере опытного узла. В данном документе классификация по американской системе измерений сопровождается классификацией по системе измерений СИ, приведенной в квадратных скобках. Третья цифра указывает на позицию, в которой с помощью данного электрода производится сварной шов подходящего качества.

Таким образом, "1", как в классификации E6010 [E4310], указывает, что электрод используется во всех позициях (нижней, горизонтальной, вертикальной и верхней). "2", как в классификации E6020 [E4320], что электрод используется для сварки в нижней позиции и для производства угловых сварных швов в горизонтальной позиции. "4", как в классификации E7048 [E4948], что электрод используется для сварки в вертикальной позиции с продвижением вниз и в других позициях (см. таблицу 1). Последние две цифры вместе указывают на тип сварочного тока, с которым используется электрод и тип электродного покрытия, как показано в таблице 1.

А2.2 Дополнительные обозначения употребляются в данных Технических условиях для определения электродов, отвечающих обязательным требованиям к классификации и определенным дополнительным требованиям, оговоренным поставщиком и покупателем. Обозначение "-1" после основного обозначения классификации указывает на электрод,

отвечающий дополнительным требованиям к ударным свойствам при более низких температурах, чем требуемые для данной классификации [см. примечание (2) к таблице 3]. Примером для этого могут служить электроды класса E7024-1 [E4924-1], которые отвечают требованиям классификации E7024 [E4924], а также отвечают дополнительным требованиям к прочности и улучшенной растяжимости металла сварного шва [см. примечание (2) к таблице 2].

Некоторые электроды с низким содержанием водорода могут иметь дополнительные обозначения. Необязательное дополнительное обозначение "НЗ", следующее за четырехзначным обозначением классификации или за необязательным дополнительным обозначением "-1", если таковое используется, указывает на то, что среднее содержание диффундирующего водорода не превосходит "Z" мл/100 г присадочного металла при испытаниях в состоянии поставки или доведенного до кондиционного состояния, в соответствии со стандартом AWS A4.3, *Сварка дуговая. Стандартные методы определения содержания диффундирующего водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали сварного шва*. Электроды, обозначенные как соответствующие требованиям по ограничению к пониженному и низкому содержанию водорода, как указано в таблице 11, также соответствуют требованиям по ограничению и к более высокому содержанию водорода, на которые нет необходимости специально указывать в обозначении. Следовательно, например, электрод, обозначенный как "Н4" также отвечает требованиям для электродов, обозначенных как "Н8" и "Н16" без дополнительных указаний. См. секцию 18, Испытания по определению содержания диффундирующего водорода, и таблицу 11.

Буква "R" указывает на классификацию электродов с низким содержанием водорода и используется для обозначения электродов, испытанных в условиях влажной среды в течение заданного количества времени для определения свойств поглощения влаги, дополнительно к стандартному испытанию на проникновение влаги, требуемого для классификации электродов с низким содержанием водорода (см. секцию 17, Испытания на определение содержания поглощенной влаги и таблицу 10).

А2.3 В таблице А2 приведена подобная классификация Канадской ассоциации стандартов W48-01, *Присадочные металлы и сопутствующие материалы для дуговой сварки*.

A2.4 Запрос о введении нового класса присадочного металла

A2.4.1 Если сварочный электрод невозможно отнести ни к одному классу, изготовитель вправе потребовать введения для данного сварочного электрода нового класса. Изготовитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже в п. A2.4.3.

A2.4.2 Запрос на введение нового класса сварочного электрода должен быть подан в письменной форме и должен содержать достаточное количество подробностей, чтобы Комитет или Подкомитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам могли определить, является ли целесообразным введение нового класса или следует модифицировать существующую классификацию, и является ли любое из этих решений необходимым для того, чтобы удовлетворить потребность.

A2.4.3 В частности запрос должен включать:

(a) Все требования к классификации, как к уже существующим классификациям, такие как химический состав, требования к механическим свойствам и требования к испытаниям на эксплуатационную готовность.

(b) Все условия для проведения тестов с целью продемонстрировать соответствие продукции требованиям классификации (например, достаточно указать, что условия сварки такие же, как и для других классификаций).

(c) Информацию по Описанию и Использованию, которая аналогична подобной информации для существующих классификаций, для соответствующей секции данного Приложения.

(d) Предлагаемый Номер ASME "F", если таковой присвоен.

Запрос по новой классификации будет неполным без указанной информации. Секретарь будет вынужден вернуть запрос его подателю для внесения дополнений.

A2.4.4 Запрос посылается в секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, находящийся в головном офисе AWS. По получении запроса, секретариат предпримет следующие шаги:

(a) Присваивает запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать в себя дату получения запроса.

(b) Подтверждает получение запроса и передает идентификационный номер лицу, сделавшему запрос.

(c) Направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом.

(d) Подшивает оригинал запроса в архив.

(e) Вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

A2.4.5 Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. В случае задержки более чем на 12 месяцев, секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателю Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по истечении 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и секретарь докладывает о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия на контроль.

ТАБЛИЦА A1
СРАВНЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ

Стандарт ISO 2560 ⁽¹⁾	Американский стандарт AWS		
A	B	A5.1	A5.1M
E35XC21	E4310	E6010	E4310
E35xC11	E4311	E6011	E4311
E35XR12	E4312	E6012	E4312
E35xR12	E4313	E6013	E4313
—	E4318	E6018	E4318
E35xRA12	E4319	E6019	E4319
E35XA13	E4320	E6020	E4320
E35XA33	—	E6022	E4322
E35XRA54	E4327	E6027	E4327
E38xR32	E4914	E7014	E4914
E38xB22	E4915	E7015	E4915
E38xB12	E4916	E7016	E4916
—	E4916-1	E7016-1	E4916-1
E38xB32	E4918	E7018	E4918
—	E4918-1	E7018-1	E4918-1
—	—	E7018M	E4918M
E38XRR4	E4924	E7024	E4924
E38XRR4	E4924-1	E7024-1	E4924-1
E38XRA54	E4927	E7027	E4927
E38XB53	E4928	E7028	E4928
E38XB35	E4948	E7048	E4948

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: Требования к эквивалентности классификаций не обязательно совпадают по всем пунктам.

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) ISO 2560, *Сварочные материалы - Покрываемые электроды для ручной дуговой сварки не легированной и мелкозернистой стали - Классификация.*

A2.4.6 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня для каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества по сварке.

A2.5 Международный Институт Сварки (IIW) разработал международную систему обозначения для сварочных присадочных металлов для использования во многих технических условиях ISO. В таблице A1 приведены обозначения, используемые в ISO 2560 для сравнения с аналогичными классификациями данных технических условий присадочных металлов из никелевых сплавов. Для облегчения понимания предлагаемой международной системы обозначений, она приведена в таблице 1 приложения к документу IFS:2002 стандарта AWS, *Международная система обозначений для классификации присадочных металлов*. Технические условия национальных стандартов многих промышленных стран для подобных присадочных металлов также даны в таблице 1 IFS:2002.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*

ТАБЛИЦА A2
КАНАДСКАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ
ЭЛЕКТРОДОВ АНАЛОГИЧНАЯ КЛАССИФИКАЦИИ AWS

Канадская система классификации ⁽¹⁾	A5.1	A5.1M
E4310	E6010	E4310
E4311	E6011	E4311
E4312	E6012	E4312
E4313	E6013	E4313
E4322	E6022	E4322
E4327	E6027	E4327
E4910	—	—
E4911	—	—
E4912	—	—
E4913	—	—
E4914	E7014	E4914
E4915	E7015	E4915
E4916	E7016	E4916
E4918 ⁽²⁾	E7018	E4918
E4922	—	—
E4924 ⁽³⁾	E7024	E4924
E4927	E7027	E4927
E4928	E7028	E4928
E4948	E7048	E4948

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Из стандарта CSA (Канадская ассоциация стандартов) W48-01, *Присадочные металлы и сходные материалы для сварки металлическим электродом*, изданного Канадской ассоциацией стандартов, 178 Rexdale Boulevard, Rexdale, Ontario, Canada M9W 1R3.
- (2) Также включает электрод, обозначенный E48018-1.
- (3) Также включает электрод, обозначенный E4924-1.

Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материалов, поставляемых в соответствии с данными техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку, согласно положениям стандарта AWS A5.01. В случае отсутствия такого указания в заказе на поставку, поставщик может провести при поставке материала те испытания, которые он обычно проводит для материала данной классификации, согласно плану F, таблица 1, Стандарт AWS A5.01. Проведение испытаний в соответствии с каким-либо другим планом, не указанным в данной таблице, должно быть специально оговорено в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4. Сертификация

Сам факт размещения обозначений классификации AWS и технических условий на упаковке, содержащей изделие, или на самом изделии свидетельствует о проведении поставщиком (изготовителем) сертификации, удостоверяющей, что изделие соответствует всем требованиям технических условий.

Единственное требование к испытаниям, подразумеваемое при этой сертификации, заключается в том, что изготовитель, действительно, провел испытания, требуемые согласно техническим условиям, на представительной выборке материала из поставляемой партии, и что этот материал удовлетворяет требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая производственная партия материала данной классификации и того же состава.

"Сертификация" не имеет в виду проведение каких-либо испытаний обязательно на образцах конкретного поставляемого материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. В основе сертификации, требуемой согласно данным техническим условиям, лежат классификационные испытания "представительной выборки", упомянутой выше, и "Система обеспечения качества изготовителя" в стандарте AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- Размеры помещения, где производится сварка (особое внимание уделяется высоте потолка).
- Число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении.
- Скорость выделения дымов, газов или пыли в зависимости от используемых материалов и сварочных процессов.
- Близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам по мере их выделения в зоне сварки, а также к газам и пыли в помещении, где производится сварка.
- Вентиляция помещения, где производится сварка.

A5.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и других смежных процессах* (опубликованный Американским обществом по сварке), посвящен вопросам, касающимся вентиляции, которая требуется во время сварки; за подробной информацией следует обращаться к этому стандарту. В частности, заслуживает внимания раздел этого документа, касающийся вентиляции.

A6. Рассмотрение вопросов по сварке

A6.1 Свойства металлов сварного шва могут различаться в зависимости от размера электрода и используемой силы тока, размеров сварных слоев, толщины основного металла, геометрии соединения, температуры предварительного нагрева и между проходами, состояния поверхности, состава основного металла, разбавления и т. д. Вследствие сильного эффекта этих различий, для настоящих технических условий были выбраны тестовые процедуры, позволяющие обеспечить хорошее качество сварки и минимизировать возможность возникновения несоответствий по причине этих различий.

A6.2 Однако, следует признать, что условия производства сварных швов могут различаться. Встречающиеся различия могут изменять свойства металла сварного шва. Например, температуры между проходами могут изменяться от температур ниже точки замерзания до высоких в несколько сотен градусов. Не существует определенной температуры или диапазона температур, выбранных для классификационных испытаний, которые бы являлись показательными для всех условий, встречающихся в производственной работе.

Свойства полученных сварных швов могут различаться в соответствии с определенными условиями сварки. Свойства металлов сварных швов могут не совпадать или даже приближаться к соответствию со значениями, приведенными и предписанными для опытных образцов. Например, вязкость однопроходного шва на толстом металлическом основании, сделанного вне помещения в холодную погоду без

соответствующего предварительного нагрева, может снизиться больше чем наполовину, по сравнению с приведенными здесь требованиями для нормальных условий. Это не означает, что электроды или сварные швы не отвечают стандартам. Это значит только то, что определенные производственные условия оказались жестче, чем условия испытания, установленные данными техническими условиями.

A6.3 Другим фактором, требующим внимания при сварке является водород. Металлы сварного шва, полученные с помощью электродов с другими свойствами, нежели электроды с низким содержанием водорода классов (E7015 [E4915], E7016 [E4916], E7018 [E4918], E7018M [E4918M], E7028 [E4928] и E7048 [E4948]), содержат значительное количество водорода в течение некоторого периода времени после сварки. Большая часть этого водорода постепенно выводится. По прошествии двух или четырех недель при комнатной температуре или 24 – 48 часов при температуре от 200 °F до 220 °F [от 90 °C до 105 °C], большая часть водорода выводится. В результате изменения количества содержания водорода, вязкость металла сварного шва увеличивается до присущего значения, тогда как пределы текучести, прочности на разрыв и ударные свойства остаются относительно неизменными.

Настоящие технические условия допускают применение старения опытного образца при температуре 200 °F – 220 °F [90 °C – 105 °C] в течение периода времени до 48 часов перед проведением испытания сварного шва на растяжение или на поперечный изгиб. Это позволяет минимизировать расхождение в результатах тестов (см. также A8.2, Испытания по определению содержания диффундирующего водорода).

A6.4 Если сварные швы подвергаются послесварочной термообработке, то особое внимание следует уделять температуре. Пределы текучести и прочности на разрыв уменьшаются, если увеличивается температура и время послесварочной термообработки.

A6.5 Сварные швы, полученные с помощью электродов одного класса и с применением одной и той же процедуры сварки будут демонстрировать значительное различие в пределах текучести и прочности на разрыв в состоянии непосредственно после сварки и прошедшего послесварочную термообработку. Сравнение свойств металлов сварного шва в состоянии непосредственно после сварки и прошедшего послесварочную термообработку (1150 °F [620 °C] в течении 1 часа) покажет следующее:

A6.5.1 Предел прочности на разрыв металла сварного шва, прошедшего послесварочную термообработку, приблизительно на 5 тыс. фунтов/кв. дюйм [35 МПа] ниже, чем у металла сварного шва в состоянии непосредственно после сварки.

A6.5.2 Предел текучести металла сварного шва, прошедшего послесварочную термообработку, приблизительно на 10 тыс. фунтов/кв. дюйм [70 МПа] ниже, чем у металла сварного шва в состоянии непосредственно после сварки.

A6.6 Напротив, сварные швы, прошедшие послесварочную термообработку, и полученные с помощью электродов одного класса и с применением одной и той же процедуры сварки, за исключением изменения температуры между проходами и времени послесварочной термообработки, могут иметь почти

одинаковые пределы текучести, прочности на разрыв. Например, почти одинаковые пределы текучести, прочности на разрыв можно получить в двух швах, один из которых производился при температуре между проходами 300 °F [150 °C] и прошел послесварочную термообработку в течении 1 часа при температуре 1150 °F [620 °C], а другой производился при температуре между проходами 212 °F [100 °C] и прошел послесварочную термообработку в течении 10 часов при температуре 1150 °F [620 °C].

A6.7 Электроды, отвечающие всем требованиям любой взятой классификации, может иметь сходные свойства. Определенные меньшие различия продолжают возникать от одного класса к другому, вследствие различия предпочтений, существующих для особых рабочих условий. Кроме того, единственные различия между существующими классами E60XX и E70XX [E43XX и E49XX] – это различия по химическому составу и механическим свойствам металла сварного шва, как показано в таблицах 2, 3 и 7. Во многих случаях могут использоваться электроды как класса E60XX, так и класса E70XX [E43XX или E49XX].

A6.8 Поскольку в пределах данной классификации электроды имеют одинаковые рабочие характеристики и механические свойства, пользователь может ограничиться изучением лишь тех электродов, которые входят в данную классификацию, предварительно определив, какая классификация более всего подходит к определенным требованиям.

A6.9 Настоящие Технические условия не устанавливают значения для всех характеристик электродов, входящих в данную классификацию, но устанавливает значения для наиболее важных из них. В отдельных случаях, определенная характеристика является общей для некоторого числа классов, и нет необходимости проводить испытания для них. В других случаях, характеристики не определены, и для них не существует адекватного способа тестирования. Настоящие Технические условия не обязательно включают всю информацию, необходимую для определения, какая из классификаций больше всего будет отвечать нуждам. Информация, включенная в приложение, секция A7, относительно типичных случаев применения каждой классификации дополняет информацию, представленную в других частях Технических условий и предназначена облегчить выбор электрода. Однако, нужно отметить, что ответственность производителя состоит в том, чтобы обеспечить необходимые качества выбранного электрода, удовлетворяющие всем эксплуатационным требованиям для использования в определенных производственных условиях.

A6.10 Ниже приведены некоторые наиболее важные испытания, позволяющие определить основные характеристики электродов:

A6.10.1 Радиографические испытания. Почти все электроды из углеродистой стали, входящие в настоящие Технические условия способны производить сварные швы, отвечающие большинству требований к радиографической бездефектности. Однако, при неправильном применении, дефектные швы могут быть сделаны любым электродом. Для электродов некоторых классификаций требования к радиографической бездефектности, приведенные в таблице 8, не обязательно являются характерными для средней радиографической бездефектности, ожидаемой в

процессе сварки. Электроды классов E6010 [E4310], E6011 [E4311], E6019 [E4319] и E6020 [E4320] могут представлять приемлемые результаты радиографического испытания.

В определенных условиях, особенно при продолжительной сварке длинных соединений на относительно толстой металлической основе, электроды с низким содержанием водорода классов E7015 [E4915], E7016 [E4916], E7018 [E4918] и E7018M [E4918M] часто демонстрируют лучшие результаты. С другой стороны, в соединениях, подверженных влиянию атмосферы со стороны основания, на концах соединений, в соединениях с частыми остановками в сварке и при сварке труб малого диаметра или небольших, тонких соединений неправильной формы, электроды с низким содержанием водорода, имеют тенденцию к производству швов с низким показателем радиографической бездефектности. Для дуговой сварки покрытым металлическим электродом, лучшие результаты по радиографической бездефектности достигаются при сварке небольших, тонких деталей электродами класса E6013 [E4313].

Электроды классов E6027 [E4327], E7024 [E4924] и E7028 [E4928] производят швы, которые могут быть как вполне хорошими, так и худшими по показателям радиографической бездефектности. И тенденция развивается в сторону последних. Из всех типов электродов, электроды классов E6022 [E4322] и E6012 [E4312] обычно производят швы, наименее подходящие по показателям радиографической бездефектности.

A6.10.2 Испытания углового сварного шва.

Описание этого теста включено в качестве демонстрации пригодности электрода. Этот тест имеет отношение к внешнему виду сварного шва (т.е., контур поверхности шва и его равномерность, подрез, наплыв, размер, и сопротивление растрескиванию). Этот тест также предоставляет великолепный недорогой метод определения качества провара в корне шва (один из важных моментов для определения качества электрода).

A6.10.3 Твердость. Требования к ударным свойствам V-образного надреза по Шарпи включены в настоящие Технические условия. Все классы электродов, включенные в данные Технические условия могут производить металл сварного шва значительной твердости для различных целей. Включение требований к ударным свойствам для конкретной классификации электродов позволяет использовать данные Технические условия в качестве руководства в выборе электродов для условий, где требуется твердость при низких температурах. Могут возникнуть определенные различия в твердости металла сварного шва, до тех пор пока не будет уделено должное внимание процедуре сварки, подготовке и тестированию образца. Значения энергии удара для образцов с V-образным надрезом по Шарпи не должны быть спутаны со значениями, полученными в результате других испытаний на твердость.

A6.11 Степень влажности электродного покрытия и кондиционирование

A6.11.1 Водород может оказывать вредное влияние на швы из некоторых сталей и при определенных условиях. Одним из источников водорода является влага в электродном покрытии. По этой причине, необходимо соблюдать должные условия хранения, транспортировки и эксплуатации электродов.

A6.11.2 Электроды изготовлены в соответствии с приемлемыми ограничениями на содержание влаги,

согласно типу покрытия и прочности металла сварного шва. Обычно электроды упаковываются в контейнеры, обеспечивающие степень защиты от влажности, необходимую для соответствующего типа электродного покрытия.

A6.11.3 В случае, если нецеллюлозные электроды поглощают чрезмерное количество влаги, их свойства могут быть восстановлены путем повторного прокалывания. Некоторые электроды требуют повторного прокалывания при температуре не ниже 800 °F [425 °C] в течение приблизительно 1 - 2 часов. Способ, которым электроды были произведены, относительная влажность и температурные условия хранения электродов определяют время и температуру, необходимую для кондиционирования. Некоторые типичные условия хранения и сушки приведены в таблице A3.

A6.11.4 Для обеспечения оптимальных рабочих характеристик целлюлозных покрытий электродов классов E6010 [E4310] и E6011 [E4311] требуется уровень влажности приблизительно 3 % - 7 %, поэтому, хранение или кондиционирование в температурных условиях выше окружающей температуры могут привести к чрезмерному высыханию, что неблагоприятно скажется на их рабочих свойствах (см. таблицу A3).

A6.12 Электродная проволока. Электродная проволока для всех электродов, классифицированных в настоящих технических условиях, обычно производится из мягкой стали, имеющей типичный состав, который может значительно отличаться от состава металла сварного шва, произведенного покрытыми электродами.

A6.13 Покрытия

A6.13.1 В покрытия электродов некоторых классификаций добавляется значительное количество железного порошка. Железный порошок сплавляется с электродной проволокой и другими металлами покрытия, по мере того как электрод плавится и накладывается в качестве металла сварного шва, так же, как и электродная проволока. Может использоваться относительно сильный ток, поскольку для расплавления более толстого покрытия требуется значительная часть электрической энергии, пропущенной через электрод. В результате, из одного электрода с покрытием с добавлением железного порошка получается больше металла сварного шва, чем из одного электрода такого же диаметра без использования железного порошка.

A6.13.2 Благодаря толстому покрытию и глубокой воронке на конце дугового разряда электрода, электроды с покрытием с добавлением железного порошка могут очень эффективно использоваться с методом опирания. Этот метод состоит в том, чтобы держать покрытие электрода в контакте с обрабатываемой деталью в течение всего времени сварки. Однако, метод использующий короткую длину дуги предпочтителен, если электроды размеров $\frac{3}{32}$ дюйма или $\frac{1}{8}$ дюйма [2,5 мм или 3,2 мм] используются для сварки во всех позициях, кроме нижней или горизонтальной или кроме сварки шва с разделкой кромок.

A6.13.3 Электроды класса E70XX [E49XX] были включены в настоящие технические условия для того чтобы подтвердить более высокие уровни прочности сварных швов, полученные с помощью электродов с добавлением железного порошка и электродов с низким содержанием водорода, а также чтобы определить производственную необходимость в использовании

ТАБЛИЦА АЗ
СТАНДАРТНЫЕ УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ И СУШКИ ДЛЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Классификация AWS		Условия хранения ^(1, 2)		Условия сушки ⁽³⁾
A5.1	A5.1M	Окружающий воздух	Сушильные печи	
E6010, E6011	E4310, E4311	Окружающая температура	Не рекомендуется	Не рекомендуется
E6012, E6013, E6019, E6020, E6022, E6027, E7014, E7024, E7027	E4312, E4313, E4319 E4320, E4322, E4327, E4914, E4924, E4927	80 °F ± 20 °F [30 °C ± 10 °C] 50 % макс. относительная влажность Не рекомендуется	20 °F – 40 °F [10 °C – 20 °C] выше окружающей температуры 50 °F – 250 °F [30 °C – 140 °C] выше окружающей температуры	275 °F ± 25 °F [135 °C ± 15 °C] 1 час при температуре 500 °F – 800 °F [260 °C – 425 °C] 1-2 часа при температуре
E6018, E7015, E7016, E7018, E7028, E7018M, E7048	E4318, E4915, E4916, E4918, E4928, E4918M, E4948			

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) После извлечения из упаковки изготовителя.

(2) Некоторые из этих классификаций электродов могут быть обозначены как отвечающие требованиям к низкому уровню поглощения влаги. Это обозначение не подразумевает, что для них рекомендуется хранение на открытом воздухе.

(3) Из-за существенного различия в составе покрытия, конкретные условия сушки должны быть рекомендованы изготовителем.

электродов с минимальной прочностью на разрыв 70 тыс. фунтов/кв. дюйм [490 МПа]. В отличие от электродов класса E70XX-X [E49XX-X], описанных в стандарте AWS A5.5, *Электроды из низколегированной стали для дуговой сварки. Технические условия*, эти электроды не содержат определенных легирующих добавок, а также к ним не применяются минимальные требования к прочности на разрыв при послесварочной термообработке.

A6.13.4 Электроды с низким содержанием водорода класса E70XX [E49XX] имеют минеральное покрытие с высоким содержанием извести и других ингредиентов с низким содержанием влаги и, следовательно, производят наплавку с низким уровнем содержания водорода.

Электроды с низким содержанием водорода были разработаны для сварки низколегированных высокопрочных сталей, некоторые из которых имеют высокое содержание углерода. Использование электродов с другими покрытиями может повлечь за собой "водородное растрескивание" таких сталей. Эти трещины в корне шва происходят в основном металле, обычно как раз под слоем присадочного металла. Также может произойти растрескивание металла сварного шва. Электроды с низким содержанием водорода должны использоваться для сварки сталей с высоким содержанием серы и эмалированных сталей. Другие электроды могут вызвать пористость и/или растрескивание сталей с высоким содержанием серы. При сварке эмалированных сталей другими электродами, нежели электродами с низким содержанием водорода, водород, выделяющийся после сварки может послужить причиной возникновения отверстий в эмали.

A6.14 Пределы амперной нагрузки. Таблица A4 указывает пределы амперной нагрузки, удовлетворительные для большинства классификаций. При сварке в вертикальной позиции с продвижением вверх обычно используется ток, приближенный к нижним пределам ограничений.

A7. Описание и предполагаемое использование электродов

A7.1 Классификация E6010 [E4310]

A7.1.1 Электроды класса E6010 [E4310] характеризуются глубоким проникновением, интенсивной дугой со струйным переносом металла готовым к удалению, тонким, рассыпчатым шлаком, который может не полностью покрывать присадочный металл. Угловой сварной шов имеет относительно плоскую лицевую сторону и довольно грубую, неравномерно распределенную волнистость. Покрытия имеют высокое содержание целлюлозы, обычно превышающее 30 % по весу. Другие материалы, включая диоксид титана, металлические восстановители, такие как ферромарганец, силикаты алюминия и магния и жидкий силикат натрия, обычно используются в покрытии в качестве связующего вещества. Благодаря составу их покрытия, эти электроды обычно описываются как электроды натриевого типа с высоким содержанием целлюлозы.

A7.1.2 Эти электроды рекомендованы для сварки во всех позициях, особенно для многопроходной сварки в вертикальной и верхней позициях, и в случаях, где требуются сварные швы с высокой бездефектностью. Они зачастую выбираются для соединения труб и способны производить сварку в вертикальной позиции с продвижением вверх и с продвижением вниз.

A7.1.3 В большинстве случаев эти электроды применяются для соединения углеродистых сталей. Однако, они эффективно используются для сварки оцинкованной стали и некоторых низколегированных сталей. Типичное применение включает судостроение, постройку зданий, мостов, резервуаров для хранения, трубопроводов и монтаж сосудов высокого давления. В виду того, что области применения настолько широки, обсуждение каждого случая практически нецелесообразно. Электроды больших размеров, чем $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] обычно применяются в нижней и горизонтальной позиции при сварке, использование этих электродов в других позициях ограничено.

ТАБЛИЦА А4
СТАНДАРТНЫЕ ДИАПАЗОНЫ СИЛЫ ТОКА

Диаметр электрода		A5.1	E6010, E6011	E6012	E6013	E6019	E6020	E6022	E6027, E7027	E7014	E7015, E7016	E6018, E7018M, E7018	E7024, E7028	E7048
A5.1 (дюйм)	A5.1M (мм)	A5.1M	E4310, E4311	E4312	E4313	E4319	E4320	E4322	E4327, E4927	E4914	E4915, E4916	E4318, E4918M, E4918	E4924, E4928	E4948
¹ / ₁₆	1,6	—	—	20 – 40	20 – 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—
⁵ / ₆₄	2,0	—	—	25 – 60	25 – 60	35 – 55	—	—	—	—	—	—	—	—
³ / ₃₂ ⁽¹⁾	2,4 ⁽¹⁾ , 2,5 ⁽¹⁾	—	40 – 80	35 – 85	45 – 90	50 – 90	—	—	—	80 – 125	65 – 110	70 – 110	100 – 145	—
¹ / ₈	3,2	—	75 – 125	80 – 140	80 – 130	80 – 140	100 – 150	110 – 160	125 – 185	110 – 160	100 – 150	105 – 155	140 – 190	80 – 140
⁵ / ₃₂	4,0	—	110 – 170	110 – 190	105 – 180	130 – 190	130 – 190	140 – 190	160 – 240	150 – 210	140 – 200	130 – 200	180 – 250	150 – 220
³ / ₁₆	5,0	—	140 – 215	140 – 240	150 – 230	190 – 250	175 – 250	170 – 400	210 – 300	200 – 275	180 – 255	200 – 275	230 – 305	210 – 270
⁷ / ₃₂	5,6	—	170 – 250	200 – 320	210 – 300	240 – 310	225 – 310	370 – 520	250 – 350	260 – 340	240 – 320	260 – 340	275 – 365	—
¹ / ₄	6,0	—	210 – 320	250 – 400	250 – 350	310 – 360	275 – 375	—	300 – 420	330 – 415	300 – 390	315 – 400	335 – 430	—
⁵ / ₁₆	8,0	—	275 – 425	300 – 500	320 – 430	350 – 410	340 – 450	—	375 – 475	390 – 500	375 – 475	375 – 470	400 – 525	—

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Electrodes этого диаметра не изготавливаются в классификации E7028 [E4828].

A7.1.4 Эти электроды разработаны для использования с постоянным током обратной полярности. Максимальная сила тока, которая обычно может быть использована с большими размерами этих электродов ограничена, по сравнению с силой тока для других классификаций, из-за высоких потерь вследствие разбрызгивания, происходящих при использовании высокой силы тока.

A7.2 Классификация E6011 [E4311]

A7.2.1 Электроды класса E6011 [E4311], разработанные для использования с переменным током, повторяют характеристики эксплуатационной пригодности и механических свойств электродов класса E6010 [E4310]. Хотя эти электроды также употребляются с постоянным током обратной полярности, надо отметить уменьшение проникновения по сравнению с электродами класса E6010 [E4310]. Действие дуги, шлакование и внешний вид наплавного слоя аналогичны этим характеристикам электродов класса E6010 [E4310].

A7.2.2 Покрывают также имеют высокое содержание целлюлозы и описаны как покрытия калиевого типа с высоким содержанием целлюлозы. Помимо других ингредиентов, обычно содержащихся в покрытиях электродов класса E6010 [E4310], также в составе присутствует небольшое количество кальция и калия.

A7.2.3 Электроды больших размеров, чем $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] обычно применяются в нижней и горизонтальной позиции при сварке, использование этих электродов в других позициях ограничено.

A7.3 Классификация E6012 [E4312]

A7.3.1 Электроды класса E6012 [E4312] характеризуются дугой с низким проникновением и плотным шлакованием, полностью покрывающим шов. Это может привести к неполному проплавлению корня шва в угловых сварных соединениях. Покрытие имеет высокое содержание окиси титана, обычно превышающее 35 % по весу, и обычно относится к типу «окиси титана» или «рутила». Покрытие обычно также содержит различные кремнистые материалы – небольшое количество целлюлозы и ферромарганца, а также различные кремнистые материалы, такие как шпат и глина с силикатом натрия в качестве связывающего материала. Также, небольшое количество некоторых кальциевых смесей может быть использовано для получения удовлетворительных характеристик дуги с постоянным током прямой полярности.

A7.3.2 Угловые сварные швы обычно имеют выпуклую лицевую поверхность с гладкой ровной волнистостью при сварке в горизонтальной позиции, а при сварке в вертикальной позиции – более грубую, неравномерно распределенную волнистость, которая становится более равномерной и гладкой по мере увеличения сварного шва. Обычно, большие по размеру швы, по сравнению со швами, полученными с использованием электродов классов E6010 [E4310] и E6011 [E4311] такого же диаметра, должны производиться в вертикальной и верхней позиции с использованием электродов класса E6012 [E4312].

A7.3.3 Электроды класса E6012 [E4312] могут использоваться в любой позиции при сварке и обычно применяются для сварки в вертикальной позиции с продвижением вверх и с продвижением вниз. Однако, большие размеры используются в нижней и горизонтальной позициях более часто, чем в вертикальной и верхней позициях. Большие размеры электродов используются при односторонней высокоскоростной сварке в горизонтальной позиции. Удобство в обращении с этими электродами, хорошие характеристики

лицевой поверхности шва, возможность соединять широкие раскрытия вершин разделки кромок шва и сопротивление при высокой силе тока делают их подходящими для таких работ. Для сварки в вертикальной и верхней позициях часто используются электроды на один размер меньше, чем электроды классов E6010 [E4310] или E6011 [E4311].

A7.3.4 Металл сварного шва, полученный с помощью этих электродов, обычно обладает более низкой вязкостью, но может быть более высок по пределу текучести (от 1 тыс. фунтов/кв. дюйм до 2 тыс. фунтов/кв. дюйм [от 0,7 МПа до 1,4 МПа]), чем металл сварного шва, полученный с помощью электродов такого же размера классов E6010 [E4310] или E6011 [E4311].

A7.4 Классификация E6013 [E4313]

A7.4.1 Свойства электродов класса E6013 [E4313], хотя и очень схожи со свойствами электродов класса E6012 [E4312], все же имеют определенные различия. Благодаря их покровному флюсу, удаление шлака происходит более легко, и дуга перемещается более гладко, чем у электродов класса E6012 [E4312]. Это особенно характерно для электродов небольших диаметров $\frac{1}{16}$ дюйма, $\frac{5}{64}$ дюйма и $\frac{3}{32}$ дюйма [1,6 мм, 2,0 мм и 2,5 мм]. Это позволяет производить удовлетворительную сварку при более низком напряжении переменного тока разомкнутой цепи. Электроды класса E6013 [E4313] были разработаны специально для работы с тонколистовым материалом. Однако, электроды больших диаметров используются во многих подобных случаях, как и электроды класса E6012 [E4312], обеспечивая дугу с низким проникновением. Электроды меньших диаметров обеспечивают дугу с меньшим проникновением, нежели электроды класса E6012 [E4312]. Это может привести к неполному проникновению в сварном угловом соединении.

A7.4.2 Покрытие электродов класса E6013 [E4313] содержит рутил, целлюлозу, ферромарганец, силикат калия в качестве связывающего материала, и другие кремнистые материалы. Соединения калия позволяют работать с электродами при переменном токе с низкой силой тока и низком напряжении разомкнутой цепи.

A7.4.3 Характеристики эксплуатационной пригодности и внешний вид поверхности шва электродов класса E6013 [E4313] схожи с подобными свойствами электродов класса E6012 [E4312]. Действие дуги более спокойно и поверхность присадочного металла более гладкая с более мелкой волнистостью. Характеристики эксплуатационной пригодности электродов класса E6013 [E4313] в зависимости от марки изменяются незначительно. Некоторые из электродов рекомендованы к применению для тонколистовых металлов, где они демонстрируют преимущество в производстве сварных швов удовлетворительного качества при сварке в вертикальной позиции с продвижением вниз.

Другие электроды, производящие жидкотекучий шлак, используются для получения горизонтальных угловых швов и других типов сварки общего назначения. Эти электроды производят швы скорее с плоской лицевой поверхностью, нежели с выпуклой лицевой поверхностью, как электроды класса E6012 [E4312]. Они также подходят для производства швов с разделкой кромок, благодаря вогнутой лицевой поверхности сварного шва и легко удаляемому шлаку. Кроме того, такой металл сварного шва определенно более свободен от шлака и оксидных включений, чем металл шва, полученный с помощью электродов класса E6012 [E4312], а также демонстрирует более высокую степень бездефектности. Сварка электродами класса E6013 [E4313] меньших диаметров часто соответствует радиографическим требованиям для марки 1 в настоящих Технических условиях.

A7.4.4 Обычно электроды класса E6013 [E4313] не имеют сопротивления высокой силе тока, которая используется для электродов класса E6012 [E4312] при сварке в горизонтальной позиции. Сила тока, при сварке в вертикальном и верхнем положениях, однако, применяется такая же, как и в случаях с электродами класса E6012 [E4312].

A7.5 Классификация E7014 [E4914]

A7.5.1 Покрытие для электродов класса E7014 [E4914] применяется такое же, как и для электродов классов E6012 [E4312] и E6013 [E4313], но с добавлением железного порошка для обеспечения более высокой эффективности наплавления. Толщина покрытия и количество железного порошка для электродов класса E7014 [E4914] меньше, чем для электродов класса E7024 [E4924] (см. A7.10).

A7.5.2 Добавление железного порошка также позволяет использовать более высокую силу тока, чем используется для электродов класса E6012 [E4312] и E6013 [E4313]. Количество и характер шлака позволяет использовать электроды класса E7014 [E4914], во всех позициях при сварке.

A7.5.3 Электроды класса E7014 [E4914] пригодны для сварки углеродистых и низколегированных сталей. Типичные наплавленные слои имеют гладкую поверхность с мелкой волнистостью. Проплавление соединения имеет такие же характеристики, как для электродов класса E6012 [E4312] (См. A7.3.1), которые эффективно применяются при сварке широких зазоров между кромками шва. Лицевая поверхность обычно бывает плоской и слегка выпуклой. Шлак удаляется легко. Зачастую, он удаляется самостоятельно.

A7.6 Электроды с низким содержанием водорода

A7.6.1 Электроды с низким содержанием водорода классов E6018 [E4318], E7015 [E4915], E7016 [E4916], E7018 [E4918], E7018M [E4918M], E7028 [E4928] и E7048 [E4948] изготавливаются с неорганическими покрытиями, содержащими минимальное количество влаги. Во время испытания покрытия на содержание влаги, описанного в стандарте AWS A4.4M, *Стандартная процедура определения содержания влаги в сварочных флюсах и флюсовых покрытиях сварочных электродов*, водородсодержащие соединения, присутствующие в покрытии в любой форме, превращаются в водяной пар, который затем собирается и измеряется. Таким образом, испытание позволяет оценить потенциальное количество водорода, содержащееся в покрытии электрода. Предполагается, что все электроды с низким содержанием водорода, как в состоянии поставки, так и после кондиционирования, должны отвечать требованиям к ограничению содержания водорода 0,6 % или менее, как показано в таблице 10.

A7.6.2 Относительная возможность электрода влиять на содержание диффундирующего водорода в металле сварного шва может быть определена более прямо, но менее удобно, путем проведения испытания по определению содержания диффундирующего водорода, как описано в секции 18. Результаты этого испытания, с использованием электродов в состоянии поставки или после кондиционирования, позволяют включить в классификационное обозначение электрода дополнительное необязательное обозначение для диффундирующего водорода, согласно таблице 11 (см. также A9.2 в данном приложении).

A7.6.3 Для поддержания минимального уровня влаги в покрытии электродов с низким содержанием диффундирующего водорода, эти электроды следует хранить и обращаться с ними с определенной осторожностью. Электроды, которые подвергались

воздействию влажности, могли впитать значительное количество влаги, и их свойства низкого содержания водорода могут быть утрачены. Кондиционирование может восстановить их характеристики низкого содержания водорода (см. таблицу A3).

A7.6.4 Покрытие электрода с низким содержанием водорода может иметь свойства сопротивления проникновению влаги, находясь в течение определенного времени во влажной окружающей среде. Испытание на поглощение влаги (см. секцию 17) определяет эту характеристику путем измерения влажности покрытия после 9 часов, проведенных в условиях относительной влажности 80 % и при температуре 80 °F [27 °C]. Если, после этой выдержки, влажность покрытия не превышает 0,4 %, то дополнительное необязательное обозначение "R" может быть добавлено к классификационному обозначению электрода, как указано в таблице 10. См. также A9.3 в данном приложении.

A7.6.5 Классификация E7015 [E4915]

A7.6.5.1 Электроды класса E7015 [E4915] имеют низкое содержание водорода и используются с постоянным током обратной полярности. Шлак имеет химическую основу.

A7.6.5.2 Электроды класса E7015 [E4915] обычно используются для сварки малых швов на толстой пластине основного металла, поскольку эти швы слабо подвержены растрескиванию (см. A6.13.4). Они также используются для сварки сталей с высоким содержанием серы и эмалированных сталей. Сварные швы сделанные с использованием электродов класса E7015 [E4915] на сталях с высоким содержанием серы могут произвести очень плотный шлак и очень грубую неправильной формы наплавленную поверхность, по сравнению со швами, произведенными с использованием таких же электродов, но на сталях с нормальным содержанием серы.

A7.6.5.3 Электроды класса E7015 [E4915] производят дугу умеренного проникновения. Шлак тяжелый, крошащийся и легко удаляемый. Лицевая сторона сварки имеет выпуклую форму, хотя лицевая сторона углового сварного шва может быть плоской.

A7.6.5.4 Электроды класса E7015 [E4915] до размеров $\frac{3}{32}$ дюйма [4,0 мм] включительно используются во всех позициях при сварке. Электроды большего размера используются для сварки шва с разделкой кромок в нижней позиции и для сварки углового шва в горизонтальной и нижней позициях.

A7.6.5.5 Сила тока для электродов класса E7015 [E4915] применяется более высокая, чем сила тока используемая с электродами класса E6010 [E4310] такого же диаметра. Для достижения наилучшего результата при использовании электродов класса E7015 [E4915] необходимо поддерживать по возможности самую короткую длину дуги. Это уменьшает риск возникновения пористости. Вероятность возникновения пористости для предварительного прогрева уменьшается, а следовательно, обеспечены наилучшие условия.

A7.6.6 Классификация E7016 [E4916]

A7.6.6.1 Электроды класса E7016 [E4916] имеют все характеристики электродов класса E7015 [E4915], а также они способны работать при переменном токе. Состав электродной проволоки и покрытия такие же, как и для электродов класса E7015 [E4915], за исключением использования в электродах класса E7016 [E4916] силиката калия в качестве связывающего материала и других солей калия в

покрытии для удобства работы при переменном токе. Большая часть описанных свойств электродов класса E7015 [E4915] вполне подходят и для электродов класса E7016 [E4916]. Содержание п. А6.13.4 также можно применить к данной классификации электродов.

A7.6.6.2 Электроды, обозначенные как E7016-1 [E4916-1] имеют такие же качества пригодности и состава металла сварного шва, что и электроды класса E7016 [E4916], за исключением того, что основным элементом соединения является магний. Они предназначены для сварок при пониженной температуре прохода, по сравнению с температурой, обычно получаемой от электродов класса E7016 [E4916].

A7.6.7 Классификации E6018 [E4318] и E7018 [E4918]

A7.6.7.1 Покрытия электродов класса E7018 [E4918] имеют такие же свойства, как и покрытия электродов класса E7015 [E4915], за исключением добавления относительно высокого процента железного порошка. Покрытия электродов немного толще, чем покрытия электродов класса E7016 [E4916].

A7.6.7.2 Электроды с низким содержанием водорода класса E7018 [E4918] используются как с переменным, так и с постоянным током. Они разработаны для таких же целей, что и электроды класса E7016 [E4916]. Как и для всех электродов с низким содержанием водорода, во всех случаях должна поддерживаться короткая длина дуги.

A7.6.7.3 Кроме применения электродов класса E7018 [E4918] для сварки углеродистых сталей, эти электроды также используются для сварки высокопрочных, высокоуглеродистых или низколегированных сталей (см. также А6.13). Сварные швы сделанные в горизонтальной и нижней позиции имеют выпуклую лицевую поверхность, с небольшой гладкой волнистостью. Электроды характеризуются ровной, спокойной дугой, очень низким разбрызгиванием и средней степенью проникновения. Электроды класса E7018 [E4918] можно использовать при высокой скорости прохода.

A7.6.7.4 Электроды, обозначенные как E7018-1 [E4918-1] имеют такие же качества пригодности и состава металла сварного шва, что и электроды класса E7018 [E4918], за исключением того, что основным элементом соединения является магний. Они предназначены для сварок при пониженной температуре прохода, по сравнению с температурой, обычно получаемой от электродов класса E7018 [E4918].

A7.6.7.5 Электроды класса E6018 [E4318] обладают такими же рабочими и механическими характеристиками, что и E7018 [E4918], за исключением более низкого уровня прочности. Характеристики покрытия электрода и низкое содержание водорода также подобны. Этот электрод желательно использовать там, где необходимо наплавление металла с меньшей или такой же прочностью, что и основной металл. Электроды данной классификации могут также использоваться для нанесения промежуточного слоя при плакировании.

A7.6.8 Классификация E7018M [E4918M]

A7.6.8.1 Электроды класса E7018M [E4918M] имеют такие же характеристики, что и электроды класса E7018-1H4R [E4918-1H4R], за исключением того, что испытания механических свойств и классификационные испытания производятся на сварном шве с разделкой кромок с углом 60 градусов

и электродами до $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] в диаметре, свариваемого в вертикальной позиции с продвижением вверх. Результаты испытаний на ударные свойства необходимо оценивать с учетом всех пяти испытательных значений величины и наибольших значений при температуре -20 °F [-30 °C]. Требования к максимальным значениям содержания влаги в покрытии в состоянии поставки или в восстановленном состоянии более жесткие, чем для класса E7018R [E4918R]. Эта классификация соответствует требованиям стандарта MIL-7018-M в технических условиях MIL-E-22200/10 военных стандартов Соединенных Штатов, за исключением того, что ограничения к содержанию влаги в покрытии электрода и к содержанию диффундирующего водорода более строги в технических условиях MIL-E-22200/10.

A7.6.8.2 Электроды класса E7018M [E4918M] предназначены для использования с постоянным током обратной полярности для обеспечения оптимальных механических свойств. Однако, по желанию производителя, электроды могут также классифицироваться как E7018 [E4918], если отвечают всем требованиям этой классификации.

A7.6.8.3 Кроме применения электродов класса E7018M [E4918M] для сварки углеродистых сталей, эти электроды также используются для сварки высокопрочных низколегированных сталей и сталей с более высоким содержанием углерода. Сварные швы сделанные в горизонтальной и нижней позиции имеют выпуклую лицевую поверхность, с небольшой гладкой волнистостью. Электроды характеризуются ровной, спокойной дугой, очень низким разбрызгиванием и средней степенью проникновения.

A7.6.9 Классификация E7028 [E4928]

A7.6.9.1 Свойства электродов класса E7028 [E4928] очень схожи со свойствами электродов класса E7018 [E4918]. Однако, электроды класса E7028 [E4928] подходят только для сварки угловых швов в горизонтальной позиции и швов с разделкой кромок в нижней позиции, тогда как электроды класса E7018 [E4918] подходят для сварки во всех позициях.

A7.6.9.2 Покрытие электродов класса E7028 [E4928] более толстое. Оно составляет приблизительно 50 % от веса электрода. Содержание железа в электродах класса E7028 [E4928] выше (приблизительно 50 % от веса покрытия). Следовательно, при сварке угловых швов в горизонтальной позиции и швов с разделкой кромок в нижней позиции, электроды класса E7028 [E4928] демонстрируют более высокую производительность наплавки, чем электроды класса E7018 [E4918] определенного размера.

A7.6.10 Классификация E7048 [E4948]. Электроды класса E7048 [E4948] имеют схожие характеристики пригодности, состава и расчетные характеристики, что и для электродов класса E7018 [E4918], за исключением того, что электроды класса E7048 [E4948] специально разработаны для достижения наилучшего результата сварки в вертикальной позиции с продвижением вверх (см. таблицу 1).

A7.7 Классификация E6019 [E4319]

A7.7.1 Электроды класса E6019 [E4319], хотя и имеют такое же покрытие, что и электроды классов E6013 и E6020 [E4313 и E4320], все же имеют четкие различия. Электроды класса E6019 [E4319], имеющие систему жидкотекучего шлака, обеспечивают более глубокое проникновение дуги и производят металл сварного шва, отвечающий требованиям к минимальному растяжению 22 %, радиографическим стандартам для марки 1 и имеющий ударную

вязкость 20 фут • фунт-сила [27 Дж] испытанную при 0 °F [-20 °C].

A7.7.2 Электроды класса E6019 [E4319] подходят для многопроходной сварки стали до 1 дюйма [25 мм] толщиной. Электроды разработаны для использования с переменным током, постоянным током прямой или обратной полярности. Если электроды диаметра $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] и меньше могут использоваться во всех положениях при сварке (кроме вертикальной позиции с продвижением вниз), использование больших диаметров электродов должно ограничиваться сваркой в нижней или горизонтальной позиции. При сварке в вертикальной позиции с продвижением вверх, поперечные перемещения электрода должны быть ограничены, чтобы уменьшить подрез.

A7.8 Классификация E6020 [E4320]

A7.8.1 Электроды класса E6020 [E4320] имеют покрытие с высоким содержанием оксида железа. Для электродов характерна дуга с мелкокапельным переносом металла, производящая гладкую и плоскую, или слегка вогнутую лицевую поверхность и легко удаляемый шлак.

A7.8.2 Шлак малой вязкости ограничивает применение этих электродов для сварки угловых швов в горизонтальной позиции и нижней позиции. С возможностью проникновения дуги от среднего до глубокого (в зависимости от типа сварочного тока), электроды класса E6020 [E4320] больше всего подходят для сварки более толстых основных металлов.

A7.9 Классификация E6022 [E4322]. Электроды класса E6022 [E4322] рекомендованы для однопроходной сварки при высокой скорости прохода и высокой силе тока сварных швов с разделкой кромок в нижней позиции, соединений внахлестку в горизонтальной позиции и угловых сварных швов на листовом металле. Внешняя сторона шва обычно бывает выпуклой и менее однородной, особенно при высоких скоростях сварки.

A7.10 Классификация E7024 [E4924]

A7.10.1 Электроды класса E7024 [E4924] имеют покрытие, содержащее большое количество железного порошка в сочетании с такими же ингредиентами, которые содержатся в покрытиях электродов классов E6012 и E6013 [E4312 и E4313]. Покрытие электродов класса E7024 [E4924] очень толстое, и обычно составляет 50 % от веса электрода, что обеспечивает более высокое качество наплавления.

A7.10.2 Электроды класса E7024 [E4924] хорошо подходят для производства угловых швов в горизонтальной позиции. Внешняя сторона шва обычно бывает выпуклой или плоской, с гладкой поверхностью и небольшой волнистостью. Для этих электродов характерна ровная спокойная дуга с низким разбрызгиванием и неглубоким проникновением. Они могут использоваться при высоких скоростях прохода. Электроды этого класса могут использоваться при переменном токе, постоянном токе прямой или обратной полярности.

A7.10.3 Электроды с обозначением E7024-1 [E4924-1] имеют схожие общие характеристики пригодности, что и у электродов класса E7024 [E4924]. Они предназначены для использования в случаях, когда требуется более высокая вязкость и более низкая температура прохода, чем обычно получаемая при использовании электродов класса E7024 [E4924].

A7.11 Классификация E6027 [E4327]

A7.11.1 Электроды класса E6027 [E4327] имеют

покрытие, содержащее большое количество железного порошка в сочетании с такими же ингредиентами, которые содержатся в покрытиях электродов класса E6020 [E4320]. Покрытие электродов класса E6027 [E4327] очень толстое, и обычно составляет 50 % от веса электрода, что обеспечивает более высокое качество наплавления.

A7.11.2 Электроды класса E6027 [E4327] разработаны для сварки угловых швов или швов с разделкой кромок в нижней позиции при переменном токе и постоянном токе прямой или обратной полярности, и производят шов с плоской или вогнутой лицевой поверхностью на угловых соединениях при сварке в горизонтальной позиции с использованием как постоянного, так и переменного тока.

A7.11.3 Электроды класса E6027 [E4327] имеют дугу с мелкокапельным переносом металла. Рабочие скорости прохода высокие. Проникновение дуги среднее. Потери на разбрызгивание очень низкие. Электроды класса E6027 [E4327] производят тяжелый шлак, в котором образуется пористость в нижней части. Такой шлак хрупок и легко удаляется.

A7.11.4 Швы, произведенные с помощью электродов класса E6027 [E4327] имеют плоскую, слегка вогнутую лицевую поверхность, с небольшой ровной и гладкой волнистостью и хорошим увлажнением вдоль сторон соединения. Металл сварного шва может иметь немного более низкие качества радиграфической бездефектности, чем у электродов класса E6020 [E4320]. Применяется более высокая сила тока, поскольку требуется значительное количество электрической энергии, проходящей через электрод, для расплавления покрытия и содержащегося в нем железного порошка. Эти электроды хорошо подходят для сварки более толстого основного металла.

A7.12 Классификация E7027 [E4927]. Электроды класса E7027 [E4927] имеют схожие общие характеристики пригодности, что и у электродов класса E6027 [E4327], за исключением того, что эти электроды используются в случаях, когда требуется более высокие пределы прочности на разрыв и пределы текучести, чем обеспечивают электроды класса E6027 [E4327]. Они также должны отвечать требованиям к химическому составу (см. таблицу 7). Во всем остальном, свойства электродов класса E7027 [E4927] соответствуют свойствам электродов класса E6027 [E4327], описанным выше.

A8. Специальные испытания

A8.1 Признано, что для определения пригодности сварочных электродов в некоторых случаях, предполагающих наличие свойств, не описанных в данных технических условиях, могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные тесты для определения таких свойств как твердость, коррозионная устойчивость, прочность на истирание, механических свойств при более высоких или более низких рабочих температурах, а также возможность сочетания при сварке с различными углеродистыми и низколегированными сталями.

A8.2 Диффундирующий водород

A8.2.1 При сварке нелегированных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,3 % или менее, а также менее прочных легированных сталей, растрескивания металла шва или зоны термического воздействия под действием водорода обычно не происходит. Тем не менее, электроды данного класса иногда используются для сварки углеродистых сталей с более высоким содержанием

водорода или низколегированных высокопрочных сталей, при котором растрескивание под действием водорода может представлять собой серьезную проблему.

A8.2.2 Испытание покрытия на влажность на протяжении многих лет является наиболее подходящим тестом для определения степени участия для предотвращения водородного растрескивания. Этот тест, однако, не является прямым тестом. Влажность сама по себе не становится причиной растрескивания, но диффундирующий водород, образующийся из влаги в дуге может вызвать растрескивание. Не только влажность является источником водорода.

A8.2.3 Поскольку фактический уровень диффундирующего водорода сильно влияет на тенденцию образования трещин под его воздействием, может оказаться желательным измерить содержание диффундирующего водорода, связанное с конкретным электродом. Соответственно, в настоящие технические условия включены необязательные дополнительные обозначения содержания диффундирующего водорода для указания максимального среднего значения, полученного при строго определенных условиях испытания согласно стандарту AWS A4.3 *Сварка дуговая. Стандартные методы определения содержания диффундирующего водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали сварного шва*.

A8.2.4 При пользовании этой информацией следует помнить, что фактические производственные условия могут обусловить значения содержания диффундирующего водорода, отличные от указанных в обозначении.

A8.2.5 Использование при сварке эталонных атмосферных условий необходимо из-за того, что дуга всегда не имеет достаточной защиты. Влага из воздуха, помимо содержащейся в электроде или газе, может попасть в зону дуги и затем в сварочную ванну, увеличивая общее обнаруженное содержание диффундирующего водорода. Это влияние можно свести к минимуму, поддерживая подходящую скорость подачи газа и как можно более короткую длину дуги при сохранении ее стабильности. Опыт показывает, что подобный эффект с меньшим успехом достигается при уровне H16, однако может быть весьма значительным при уровне H4. Электрод, отвечающий требованиям к уровню H4 при эталонных атмосферных условиях, может повести себя по другому в условиях высокой влажности во время сварки с большой длиной дуги.

A8.2.6 Эталонными являются атмосферные условия с содержанием влаги 10 гран на фунт сухого воздуха [1,43 г содержания влаги на кг сухого воздуха], что соответствует относительной влажности 10 % при температуре 70 °F [21 °C] и атмосферном давлении 29,92 дюйма рт. ст. [760 мм]. Фактические условия, измеренные с помощью калиброванного психрометра, равные или превышающие эти эталонные условия, обеспечивают гарантию того, что условия сварки не снизят окончательные результаты испытаний.

A8.3 Испытание на определение содержания поглощенной влаги. Разработка покрытий для электродов с низким содержанием водорода, устойчивых к поглощению влаги во время эксплуатации в условиях повышенной влажности является последним достижением в технологии производства покрытых электродов.

ТАБЛИЦА A5

ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация	Дата последней публикации A5.1	Классификация	Дата последней публикации A5.1
AWS	(ASTM A-233)	AWS	(ASTM A-233)
E4511	1943	E9030	1945
E4521	1943	E10010 ⁽¹⁾	1945
E7010 ⁽¹⁾	1945	E10011 ⁽¹⁾	1945
E7011 ⁽¹⁾	1945	E10012	1945
E7012	1945	E10020	1945
E7020 ⁽¹⁾	1945	E10030	1945
E7030	1945	E4510	1958
E8010 ⁽¹⁾	1945	E4520	1958
E8011 ⁽¹⁾	1945	E6014	1958
E8012	1945	E6015	1958
E8020 ⁽¹⁾	1945	E6016	1958
E8030	1945	E6018 ⁽²⁾	1958
E9010 ⁽¹⁾	1945	E6024	1958
E9011 ⁽¹⁾	1945	E6028	1958
E9012	1945	E6030	1958
E9020	1945		

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: См. секцию A9 (в приложении A) для дальнейшей информации по отмененным классификациям.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Эти классификации электродов были перенесены из стандарта ASTM A233-45T в новый стандарт AWS A5.5-48T. Позже они были исключены из этих технических условий и заменены на новые классификации с пометкой "G" для введения отдельной системы классификации в соответствии с требованиями к химическому составу в AWS A5.5-58T.
- (2) Эта классификация вновь включена в состав в данное измененное издание AWS A5.1/A5.1M с пересмотренными требованиями к классификации.

Не все серийно выпускаемые электроды с низким содержанием водорода обладают подобными характеристиками. Для оценки этих свойств была разработана процедура испытания на определение содержания влаги, описанная в секции 17. Другие же условия могут принести совершенно иные результаты.

Рабочая группа Подкомитета AWS A5A оценила эти испытания и пришла к заключению, что испытания позволяют успешно определять влагоотталкивающие свойства электродов. Рабочая группа также пронаблюдала значительные различия в результатах испытаний влагозащитных свойств покрытия электрода во внешних условиях, предпринятых разными лабораториями. Ценность таких испытаний состоит в том, что при исследовании влагоотталкивающих электродов из одной партии лаборатории могли наблюдать значения поглощенной влажности во внешних условиях в диапазоне, например, от 0,15 % или менее, до 0,35 % или более. Рабочая группа заключила, что разница результатов происходит вследствие обоих условий: возможность изменений, присущая процедурам испытаний по определению содержания влаги и изменчивость внешних условий. Следовательно, в данный момент нецелесообразно устанавливать ограничения для содержания влаги в покрытии влагоотталкивающих электродов во внешних условиях ниже 0,4 %.

A9. Отмененные классификации

Некоторые классы присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. В течение срока действия настоящих технических условий были отменены классы, перечисленные в таблице A5 (по годам их последнего включения в настоящие технические условия).

A10. Общие положения техники безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ: Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в приложении, раздел A5. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные в A10.2, ANSI Z49.1 *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*⁹, а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

A10.1 Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности. Бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Их можно загрузить и распечатать непосредственно с интернет-сайта AWS <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

⁹Стандарты ANSI Z49.1 можно получить по адресу: Global Engineering Documents, An Information Handling Services Group Co., 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776

A10.2 Указатель бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)¹⁰

Номер	Наименование
1	Пары и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных аэрозолях
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на этикетках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Электрокардиостимуляторы и сварочные работы
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Плановые остановки и маркировка оборудования
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металлизации
21	Контактная точечная сварка
22	Выделение кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: Безопасное обращение и применение
25	Отравление парами металла

¹⁰Стандарты AWS можно получить по адресу: Global Engineering Documents, An Information Handling Services Group Co., 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

ПРУТКИ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ КИСЛОРОДНО-ГАЗОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.2/SFA-5.2M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.2/A5.2M:2007. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS).

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования по классификации прутков из углеродистой и низколегированной стали для кислородно-газовой сварки.

1.2 Вопросы безопасности и охраны труда выходят за рамки настоящего стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Некоторую информацию по технике безопасности и охране труда можно найти в пп. A5 и A10 приложения. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) ANSI Z49.1 *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, и действующих федеральных и государственных стандартах.

1.3 В настоящих технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Измерения, выполненные в двух системах, не являются эквивалентными, поэтому обе системы должны использоваться независимо друг от друга, при этом какое-либо их сочетание для описания свойств материалов является недопустимым. В технических условиях, обозначенных A5.2, используются единицы измерения, принятые в США. В технических условиях с обозначением A5.2M используются единицы СИ. Единицы измерения СИ указываются в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и рисунков. Стандартные размеры в единицах измерения любой из систем могут быть применимы для установления размеров присадочных металлов или упаковок или в обоих случаях, предусмотренных Техническими условиями A5.2 или A5.2M.

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 Следующие стандарты содержат положения, которые, через ссылки в тексте, составляют положения настоящего стандарта AWS. На датированные ссылки дальнейшие поправки или изменения положений данных изданий не распространяются. Тем не менее, участникам соглашения на основе данного стандарта AWS рекомендуется исследовать возможности применения последних изданий нижеперечисленных документов. В случае ссылок на недатированные источники, действительно последнее издание указанного стандарта.

2.2 В обязательных статьях данного документа упоминаются следующие стандарты AWS¹:

(1) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*

(2) AWS B4.0 [AWS B4.0M], *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*

2.3 В нормативных статьях данного документа содержатся ссылки на следующий стандарт ANSI²:

(1) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*.

2.4 В нормативных статьях данного документа содержатся ссылки на следующие стандарты ASTM³:

(1) ASTM A36/A36M, *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия*

(2) ASTM A 285/A 285M, *Сталь толстолистовая углеродистая, низкой и средней прочности, для сосудов давления. Стандартные технические условия*

(3) ASTM A 514/A 514M, *Сталь толстолистовая с высоким пределом текучести, закаленная и отпущенная, сварочная. Стандартные технические условия*

(4) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*

(5) ASTM E 350, *Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа*

2.5 В нормативных статьях данного документа используются следующие стандарты ISO⁴:

¹ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Данный стандарт ANSI опубликован Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Стандарты ASTM опубликованы Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

⁴ Стандарты ISO опубликованы Международной организацией стандартизации, 1 rue de Varembé, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Классификация AWS		Предел прочности при растяжении ^a , не менее		Удлинение на 1 дюйм (25 мм), %, не менее
A5.2	A5.2M	тыс. фунтов/кв. дюйм	МПа	
R45	RM30	Не указано	Не указано	Не указано
R60	RM40	60	400	20
R65	RM45	65	450	16
R100	RM69	100	690	14
R(X)XX-G ^b	RMXX-G ^c	(X)XX ^b	XX ^c	Не указано

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Образцы должны испытываться в состоянии непосредственно после сварки.
- Для технических условий A5.2 классификация R(X)XX-G должна основываться на минимальном пределе прочности, определенном в результате испытаний на растяжение наплавленного металла испытательного образца и кратном 1000 тыс. фунтов/кв. дюйм. Эти обозначения ограничиваются 45, 60, 65 и 100.
- Для технических условий A5.2M классификация RMXX-G должна основываться на минимальном пределе прочности, определенном в результате испытаний на растяжение наплавленного металла испытательного образца и кратном 10 МПа. Эти обозначения ограничиваются 30, 40, 45 и 69.

(1) ISO 544, *Присадочные материалы — Технические условия поставки присадочных материалов для сварочных работ — Тип изделия, размеры, допуски и маркировка*

3. Классификация

3.1 Для сварочных прутков, описанных в настоящих технических условиях A5.2, применяется система классификации, основанная на единицах измерения, принятых в США. Классификация осуществляется в зависимости от механических свойств металла сварного шва в состоянии после сварки, в соответствии с таблицей 1.

3.1M Для сварочных прутков, описанных в настоящих технических условиях A5.2M, применяется система классификации, основанная на международной системе единиц (СИ). Классификация осуществляется в зависимости от механических свойств металла сварного шва в состоянии после сварки, в соответствии с таблицей 1.

3.2 Сварочные прутки, входящие в один класс, не должны включаться ни в один другой класс настоящих технических условий. Пруток может классифицироваться по A5.2 и A5.2M в случае соответствия требованиям обоих технических условий.

3.3 Сварочные прутки, классифицированные в соответствии с настоящими техническими условиями, предназначены для газовой сварки с использованием кислорода и горючего газа, но не запрещены к применению для любых других процессов, для которых они пригодны.

4. Приемка

Приемка⁵ сварочных прутков должна осуществляться в соответствии с положениями технических условий AWS A5.01.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁶

⁵ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в пункте A3 приложения и в AWS A5.01.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS			Испытание на растяжение
A5.2	A5.2M	Химический анализ	
R45	RM30	Требуется	Не требуется
R60	RM40	Требуется	Требуется
R65	RM45	Требуется	Требуется
R100	RM69	Требуется	Требуется
R(X)XX-G	RMXX-G	Не требуется	Требуется

6. Правила округления

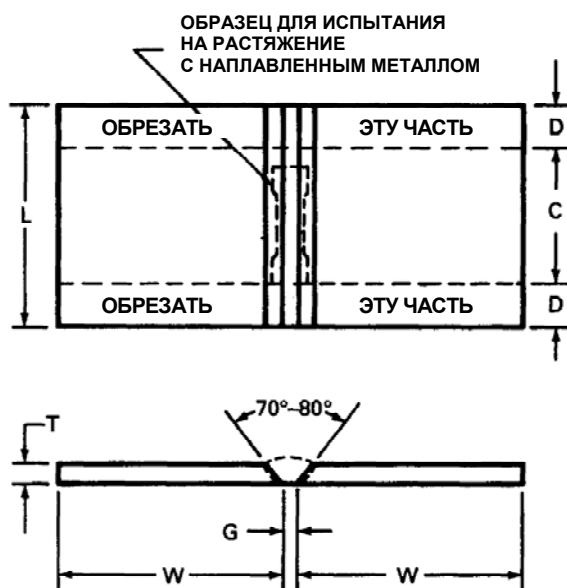
Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности при растяжении следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунтов/кв. дюйм по A5.2 или до ближайших 10 МПа по A5.2M, а другие значения — с точностью до ближайшей единицы в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29.

7. Обзор испытаний

Испытания, требуемые для классификации, указаны в таблице 2. Цель данных испытаний состоит в определении химического состава сварочного прутка и механических свойств металла сварного шва. Основной металл, используемый для подготовки испытательных образцов, применяемого метода испытаний, а также требуемые результаты приведены в пунктах 9–11.

⁶ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в пункте A4 приложения.

РИС. 1 ОПЫТНЫЙ СВАРНОЙ ШОВ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ



Размер	дюймы	мм
L, не менее	5	125
W, не менее	5	125
T, номинальный	$\frac{3}{8}$	10
D, не менее	1	25
C, не менее	$2\frac{1}{2}$	65
G	$\frac{1}{8}$ – $\frac{5}{32}$	3–4

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторных испытаний могут быть взяты как из исходного опытного узла или образца, так и из нового опытного узла или образца. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при испытании.

Если результаты одного или обоих повторных испытаний не отвечают требованиям, то такие материалы считаются не соответствующими требованиям данных ТУ для данной классификации.

В случае если во время подготовки или после завершения испытания однозначно установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке опытного узла или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех предписанных требований. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Для всех классификаций, кроме классификации R45 [RM30], требуется один опытный сварной узел. Это шов с разделкой кромок, показанный на рисунке 1, для определения механических свойств.

9.2 Подготовка опытного сварного узла должна проходить в соответствии с указаниями рисунка 1. Основной металл для узла должен отвечать требованиям, приведенным в таблице 3, и требованиям соответствующих технических условий ASTM или эквивалентных технических условий. Испытание такого узла должно проводиться в соответствии с пунктом 11.

9.3 Подготовка опытного узла должна осуществляться в соответствии с п. 9.2. Опытный узел необходимо предварительно нагреть до температуры от 60 °F [15 °C] до 200 °F [95 °C] узел должен свариваться с использованием сварочного прутка диаметром $\frac{3}{32}$ или $\frac{1}{8}$ дюйма [2,5 мм или 3,2 мм] не более, чем в пять слоев. Толщина каждого слоя не должна превышать $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм]. Присадочный металл наносится сваркой правым способом при нейтральном или восстановительном пламени. После нанесения каждого слоя опытный узел необходимо охладить при спокойном воздухе, пока температура между проходами не упадет ниже 350 °F [180 °C], а затем приступить к нанесению следующего слоя. Соединение должно быть полностью сварено без обработки обратной стороны шва (корня шва). Максимальное усиление шва должно составлять $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм]. По завершении последнего прохода узел необходимо оставить остывать до температуры окружающего воздуха при спокойном воздухе.

**ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНОМУ МЕТАЛЛУ ДЛЯ ОПЫТНЫХ УЗЛОВ**

Классификация AWS		Основной металл		
A5.2	A5.2M	Тип	Технические условия ASTM	Номер UNS ^a
R60	RM40	Углеродистая сталь	A 36, A 285, марка C или аналог	K02600
R65	RM45	Углеродистая сталь	A 36, A 285, марка C или аналог	K02600
R100	RM69	Низколегированная сталь	A 514, любая марка или аналог	K11630
R(X)XX-G	RMXX-G		Характеристики по прочности на разрыв и по химическому составу материала должны быть идентичны соответствующим характеристикам классифицируемого прутка.	

ПРИМЕЧАНИЕ:

а. Единая система нумерации для металлов и сплавов SAE HS-1086/ASTM DS-56.

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ СВАРОЧНЫХ ПРУТКОВ И ПРУТКОВЫХ ЗАГОТОВОК

Классификация AWS		Номер UNS ^a	Количество, процентное отношение по весу ^b									
A5.2	A5.2M		C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	Al
R45	RM30	K00045	0,08	0,50	0,10	0,035	0,040	0,30	0,20	0,30	0,20	0,02
R60	RM40	K00060	0,15	до 1,40	до 0,35	0,035	0,035	0,30	0,20	0,30	0,20	0,02
R65	RM45	K00065	0,15	до 1,60	до 0,70	0,035	0,035	0,30	0,40	0,30	0,20	0,02
R100	RM69	K12147	0,18 до 0,23	0,70 до 0,90	0,20 до 0,35	0,025	0,025	0,15	0,40 до 0,60	0,40 до 0,70	0,15 до 0,25	0,02
R(X)XX-G ^c	RMXX-G ^d	-----	Не указано -----									

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Единая система нумерации для металлов и сплавов SAE HS-1086/ASTM DS-56.
- Единственное значение соответствует максимальному.
- Обозначения «(X)XX» соответствуют минимальному значению прочности на разрыв металла сварного шва, выраженному в тысячах фунтов/кв. дюйм (см. Примечание b таблицы 1).
- Обозначения «XX» соответствуют минимальному значению прочности на разрыв металла сварного шва, кратному 10 МПа (см. Примечание в таблицы 1).

Опытный узел должен проходить испытания в состоянии непосредственно после сварки.

10. Химический анализ

10.1 Образец сварочного прутка или прутковой заготовки, из которой он изготовлен, должны быть подготовлены к химическому анализу. При анализе элементов, присутствующих в покрытии прутка (например, медных оплавлений), пруток подвергается испытаниям без удаления покрытия. При анализе сварочного прутка на элементы, отсутствующие в покрытии, покрытие необходимо удалить, если его наличие может повлиять на результаты анализа. Прутковая заготовка, анализируемая на элементы, не содержащиеся в покрытии, может подвергаться анализу до нанесения такого покрытия.

10.2 Образец следует анализировать путем принятых аналитических методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 350.

10.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 4 для классификации испытываемых прутков.

11. Испытание на растяжение

11.1 В соответствии в процедурой, описанной в пункте «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, один опытный образец для испытаний на растяжение с направленным металлом необходимо вырезать из шва с разделкой кромок. Номинальный диаметр опытного образца для испытаний на растяжение с направленным металлом должен составлять 0,250 дюйма [6,5 мм] при номинальном отношении базовой длины к диаметру 4:1.

11.2 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в пункте «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M.

11.3 Результаты испытания на растяжение должны отвечать требованиям таблицы 1.

12. Метод изготовления

Сварочные прутки, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым методом, который обеспечит получение сварочных прутков, отвечающих требованиям данных технических условий.

13. Стандартные размеры и длины

Стандартные размеры и длины сварочных прутков должны соответствовать указанным в таблице 5.

14. Отделка и однородность

14.1 Все сварочные прутки должны иметь гладкую поверхность, свободную от расщепов, выбоин, царапин, окалины, складок, наплывов и инородных включений, которые могут отрицательно повлиять на характеристики сварки или свойства металла сварного шва.

14.2 Для любого прутка, описанного в настоящих технических условиях, может применяться подходящее покрытие.

14.3 На прутки допускается наносить минимальное количество смазки, необходимое для предупреждения коррозии, но недостаточное для ухудшения сварочных свойств. Применение смазки недопустимо, если используется медь или другое покрытие, предотвращающее появления ржавчины.

15. Идентификация присадочного металла

Каждый оголенный прямой отрезок присадочного прутка должен иметь стойкую маркировку, которая позволяет однозначно определить тип продукции изготовителя или поставщика.

ТАБЛИЦА 5
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ПРИСАДОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ^a

Стандартная форма упаковки	Диаметр		Допуск	
	A5.2 (дюймы)	A5.2M (мм)	дюймы	мм
Длина прямого участка ^b	¹ / ₁₆ (0,062)	1,6	±0,002	±0,05
	³ / ₃₂ (0,094)	2,4	±0,002	±0,05
	—(0,098)	2,5	±0,002	±0,05
	¹ / ₈ (0,125)	3,2	±0,002	±0,05
	⁵ / ₃₂ (0,156)	4,0	±0,002	±0,05
	³ / ₁₆ (0,188)	4,8 ^c	±0,002	±0,05
	—(0,197)	5,0	±0,002	±0,05
	—(0,236)	6,0	±0,002	±0,05
	¹ / ₄ (0,250)	6,4 ^c	±0,002	±0,05

ПРИМЕЧАНИЯ:

- По договоренности между поставщиком и покупателем допускается поставка присадочных металлов других размеров.
- Стандартная длина сварочного прутка должна составлять 36 дюймов, +0, —¹/₂ дюйма [900 мм, +15 мм, —0 мм]. По договоренности между поставщиком и покупателем допускается поставка присадочных металлов с другими значениями длины.
- Все размеры, выраженные в мм, являются стандартными по ISO 544, кроме 4,8 мм и 6,4 мм.

К подходящим методам маркировки относятся штамповка, чеканка, тиснение, печать, прикрепление ярлыков или цветовая маркировка (если используется цветовая маркировка, цвета должны быть согласованы между поставщиком и покупателем и цвет должен быть указан на упаковке). Если для идентификации используются маркировочные обозначения по AWS, их необходимо наносить целиком; например, «R65» или «RM45» для сварочного прутка R65 [RM45]. Дополнительные обозначения должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

16. Упаковка

Упаковка сварочных прутков должна обеспечивать их защиту от повреждений при транспортировке и хранении в обычных условиях.

17. Маркировка упаковки

17.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки необходимо разборчиво нанести маркировку со следующей обязательной информацией об изделии:

- (1) номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);
- (2) наименование и торговая марка поставщика;
- (3) размер и масса нетто;
- (4) номер партии, контроля или плавки.

17.2 Информация о мерах предосторожности⁷, приведенная в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 (как минимум), или ее аналог, должна быть разборчиво нанесена на все упаковки сварочных прутков, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁷ Типовые примеры «предупредительных ярлыков» изображены на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А (Информативное)

Руководство к Техническим условиям AWS на прутки из углеродистой и низколегированной стали для кислородно-газовой сварки

(Данное приложение не является частью технических условий AWS A5.2/A5.2M:2007, *Прутки из углеродистой и низколегированной стали для кислородно-газовой сварки*, и включено только для информации).

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию прутков с их использованием по назначению, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. Ссылки на соответствующие технические условия для основных металлов даются везде, где это возможно, и может оказаться полезным. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2. Система классификации

A2.1 Система определения классификации сварочных прутков в настоящих Технических условиях соответствует стандартной схеме, используемой в других технических условиях AWS на присадочные металлы.

A2.2 Приставка «R [RM]» обозначает пруток. В A5.2, числа (45, 60, 65 и 100) указывают на значение требуемого минимального предела прочности при растяжении, кратное 1000 фунтов/кв. дюйм, для металла сварного шва, выполненного в соответствии с техническими условиями A5.2. Аналогичным образом, в A5.2M числа (30, 40, 45 и 69) указывают на требуемый минимальный предел прочности при растяжении, кратный 10 МПа, для металла сварного шва, выполненного в соответствии с техническими условиями A5.2M.

A2.3 Класс «G»

A2.3.1 Настоящие технические условия включают присадочные металлы, классифицированные как R(X)XX-G [RMXX-G]. Буква «G» обозначает, что присадочный металл относится к общему классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Цель создания данного класса состоит в том, чтобы иметь возможность классифицировать присадочные металлы, отличающиеся в том или ином отношении (например, по химическому составу) от всех прочих классов (т. е. состав присадочного металла – в нашем примере – не соответствует составу, указанному для любого класса в технических условиях), в соответствии с настоящими техническими условиями.

Таким образом обеспечивается возможность непосредственной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два присадочных металла, принадлежащих к одному классу «G», могут значительно различаться по некоторым параметрам (например, по химическому составу).

A2.3.2 Указанное выше различие (но необязательно степень этого различия) будет ясно видна по наличию выражений «Не требуется» и «Не оговорено» в настоящих технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

Формулировка «Не оговорено» используется в тех разделах технических условий, которые относятся к результатам какого-либо конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования для этого испытания не определены для данного класса.

Выражение «Не требуется» используется в тех разделах технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации присадочного металла. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного конкретного класса не были установлены.

Иными словами, если требование не оговорено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести присадочный металл к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность конкретного применения определенного изделия данного класса, то ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику этого изделия. Покупатель должен также оговорить с поставщиком конкретную методику испытания и приемочные требования. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (на основании стандарта ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*) в заказ на поставку.

A2.4 Запрос о введении нового класса присадочного металла

(1) Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса «G», производитель вправе запросить установление для данного присадочного металла нового класса. Производитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже.

Если производитель предпочитает использовать класс «G», Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

(2) Запрос на введение нового класса присадочных металлов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В частности, запрос должен включать:

(a) Все классификационные требования в соответствии с существующими категориями, такие как диапазон химического состава, требования к механическим свойствам, а также требования к определению эксплуатационной пригодности.

(b) Все условия проведения испытаний, использующихся для установления соответствия изделия классификационным требованиям (например, достаточно указать, что условия сварки одинаковы для всех классификаций).

(c) Информацию по Описанию и Использованию по назначению, которая аналогична подобной информации для существующих классификаций, для соответствующей секции данного приложения.

Без указанной информации запрос на введение новой классификации будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

(3) Запрос посылается в секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, находящийся в головном офисе AWS. По получении запроса Секретариат предпримет следующие шаги:

(a) присвоит запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать в себя дату получения запроса;

(b) подтвердит получение запроса и передаст идентификационный номер лицу, сделавшему запрос;

(c) направит копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(d) сдаст оригинал запроса в архив;

(e) внесет запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

(4) Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. При задержке свыше 12 месяцев Секретариат должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по истечении 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретариат докладывает о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия на контроль.

(5) Секретариат прилагает копию списка всех запросов, находящихся в рассмотрении, и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня для каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам.

Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества сварщиков.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. В случае отсутствия такого требования в заказе поставщик вправе отгружать материал по результатам испытаний, обычно проводимых для данного класса материала, как указано в плане F, Таблицы 1, стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с каким-либо другим планом данной таблицы должны быть специально оговорены в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4. Сертификация

Сам факт размещения обозначений классификации AWS и технических условий на упаковке, содержащей изделие, или на самом изделии свидетельствует о проведении поставщиком (производителем) сертификации, удостоверяющей, что изделие соответствует всем требованиям технических условий. Единственное требование к испытаниям, подразумеваемое при этой сертификации, заключается в том, что производитель действительно провел испытания, требуемые согласно техническим условиям, на представительной выборке материала из поставляемой партии, и что этот материал удовлетворяет требованиям технических условий. Представительной выборкой материала в данном случае служит любая партия крупносерийного производства материала этого класса, изготовленная по одной и той же технологии. Сертификация не предполагает обязательного проведения всех испытаний для образцов конкретного отгруженного материала. Допускается как проводить, так и не проводить испытания данного материала. В основе сертификации, требуемой согласно данным техническим условиям, лежат классификационные испытания «представительной выборки», упомянутой выше, и «Система обеспечения качества изготовителя» в стандарте AWS A5.01. *Присадочные металлы. Руководство на поставку*.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварочные аппараты и операторы сварочных аппаратов работают в условиях дыма, количество которого зависит от пяти основных факторов:

(1) размеров помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);

(2) количества сварочных аппаратов и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении;

(3) скорости выделения дымов, газов или пыли в зависимости от используемых материалов и методов сварки;

(4) близости сварочных аппаратов или операторов сварочных аппаратов к дыму по мере его выделения в зоне сварки, а также к газам и пыли в помещении, где производится сварка;

(5) системы вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах* (изданном Американским обществом сварщиков), в котором рассматриваются данные вопросы. В частности, заслуживает внимания раздел этого документа, касающийся вентиляции.

A6. Сварочные процессы

A6.1 Опытный сварной узел, согласно требованиям настоящих технических условий, подвергается сварке по установленной технологии сварки с применением кислорода в качестве сварочного газа.

A6.2 Подача газа к горелке должна быть отрегулирована таким образом, чтобы обеспечить нейтральное или восстановительное пламя. Это гарантирует отсутствие окислительного пламени, которое может ухудшить качество сварного соединения. Объем избыточного дымового газа измеряется длиной шлейфа (так называемого «пера») несожженного дымового газа, видимого на крайней точке внутреннего конуса. Длина этого шлейфа должна составлять от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{4}$ длины внутреннего конуса пламени. Чрезмерно длинные шлейфы недопустимы, поскольку это может вызвать увеличение содержания углерода в металле сварного шва.

A6.3 При сварке левым способом пламя газовой горелки направлено по ходу сварки, и наложение сварочного прутка происходит перед подачей пламени газовой горелки. Для распределения тепла и расплавленного металла шва необходимы колебательные движения прутка и пламени в противоположных направлениях. Это может спровоцировать излишнее расплавление основного металла и смешивание основного и присадочного металлов. Свойства присадочного металла могут измениться.

A6.4 При сварке правым способом пламя газовой горелки направлено в сторону, противоположную расплавленному металлу, и сварочный прутки накладывается между пламенем и расплавленным металлом. В таком положении требуется значительно меньше манипуляций пламенем, сварочным прутком и расплавленным металлом. Следовательно, при сварке правым способом вероятность получения химического состава неразбавленного металла сварного шва более высока.

A7. Описание и использование по назначению прутков из углеродистой и низколегированной стали

A7.1 Сварочные прутки для кислородно-газовой сварки с применением кислорода в качестве горючего газа не имеют покрытий, которые влияют на эксплуатационную пригодность прутков.

Поэтому возможность проведения сварки в вертикальном положении или потолочной сварки, по существу, зависит от квалификации сварщика, и в некоторой степени зависит от химического состава прутка.

A7.2 Сварочные прутки класса R45 [RM30] применяются для газовой сварки стали, минимальные требования к прочности которой не превышают 45 тыс. фунтов/кв. дюйм [300 МПа]. В прутках класса R45 [RM30] содержание углерода в стали невысоко.

A7.3 Сварочные прутки класса R60 [RM40] применяются для газовой сварки стали, минимальные требования к прочности которой не превышают 60 тыс. фунтов/кв. дюйм [400 МПа]. Прутки класса R60 [RM40] состоят из углеродистой стали.

A7.4 Сварочные прутки класса R65 [RM45] применяются для газовой сварки углеродистой и низколегированной стали, минимальные требования к прочности которой не превышают 65 тыс. фунтов/кв. дюйм [450 МПа]. Сварочные прутки класса R65 [RM45] могут состоять как из углеродистой, так и из нелегированной углеродистой стали.

A7.5 Сварочные прутки класса R100 [RM69] применяются для газовой сварки низколегированной стали, минимальные требования к прочности которой не превышают 100 тыс. фунтов/кв. дюйм [690 МПа] в состоянии непосредственно после сварки. Пользователям следует иметь в виду, что реакция металла сварного шва и основного металла на послесварочную термообработку может быть различной.

A8. Специальные испытания

Для определения пригодности материалов к некоторым видам применения могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные испытания для определения таких свойств, как коррозионная стойкость, механические свойства при повышенной или криогенных температурах, прочность к истиранию и допустимость сочетания разных металлов при сварке. Стандарт AWS A5.01, *Присадочные металлы. Руководство на поставку*, содержит положения по заказу таких испытаний, которые проводятся по договоренности между покупателем и поставщиком.

A9. Отмененные классификации

Некоторые классификации присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили изменения либо в торговой практике, либо в системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. Классификации, которые были отменены, перечислены в таблице A1, где указан год их последнего включения в данные Технические условия.

A10. Общие положения по технике безопасности

A10.1 Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме.

ТАБЛИЦА A1
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Классификации AWS	Дата последнего издания
GA 50	1946
GA 60	1946
GA 65	1946
GB 45	1946
GB 60	1946
GB 65	1946
RG 45	1969
RG 60	1969
RG 65	1969

Некоторая информация по технике безопасности и охране труда содержится в пункте A5 приложения. Информация по этим же вопросам доступна и в других источниках, в том числе в информационных бюллетенях по технике безопасности и охране труда, перечисленных в A10.3; стандарте ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, а также в соответствующих федеральных и государственных нормах.

A10.2 Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

A10.3 Указатель информационных бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)⁸

№	Название
1	Дым и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных дымах
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на ярлыках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Использование электрокардиостимуляторов при сварочных работах
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Маркировка с указанием на необходимость выключения
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металллизации
21	Контактная точечная сварка
22	Воздействие кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла
26	Расстояние наблюдения дуги
27	Электроды из тарированного вольфрама
28	Меры безопасности при кислородно-газовой резке: запорные клапаны и устройства блокировки обратного удара пламени
29	Заземление переносных и установленных на транспортном средстве сварочных генераторов
30	Цилиндры: безопасное хранение, обращение и эксплуатация

⁸ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 NW LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ИЗ АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.3/SFA-5.3M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.3/A5.3M:1999. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS).

A08

1. Область применения

В данных Технических условиях описаны требования по классификации покрытых электродов из алюминия и алюминиевых сплавов для дуговой сварки.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 Следующие стандарты ANSI/AWS¹ используются в основных секциях данного документа:

(a) ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*

(b) ANSI/AWS B4.0, *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов.*

2.2 Следующие стандарты ASTM¹ используются в основных секциях данного документа:

(a) ASTM E 29, *Стандартная методика использования значащих разрядов в тестовых данных для определения соответствия Техническим условиям.*

(b) ASTM E 34, *Стандартная методика химического анализа алюминия и алюминиевых сплавов.*

(c) ASTM B 209, *Стандартные технические условия для пластин и листов из алюминия и алюминиевых сплавов.*

2.3 Следующие стандарты ISO³ используются в основных секциях данного документа:

(a) ISO 544, *Присадочные металлы для ручной сварки – требования к размерам.*

3. Классификация

3.1 Сварочные электроды, описанные в Технических условиях A5.3/A5.3M, классифицированы с использованием системы, независимой от американской общепринятой системы единиц и от Международной системы единиц СИ. Классификация производится в соответствии с химическим составом электродной проволоки, как указано в Таблице 1 и механическими свойствами шва с разделкой кромок.

3.2 Электроды, определенные по одной классификации, не должны определяться по другим классификациям данных ТУ.

4. Приемка

Приемка⁴ электродов должна производиться в соответствии со стандартом ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*

5. Сертификация

Помещая обозначения Технических условий и классификаций AWS на упаковке, производитель удостоверяет, что изделия соответствуют требованиям данных ТУ.⁵

6. Единицы измерения и процедуры округления

6.1 В данных Технических условиях используются обе системы измерений: Американская система измерений и Международная система измерений (СИ). Измерения в двух системах не являются эквивалентными, и по этой причине каждая система должна использоваться независимо друг от друга, исключая любое их смешивание.

¹ Стандарты AWS можно получить по адресу: the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126

² Стандарты ASTM можно получить по адресу: the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

³ Стандарты ISO можно получить по адресу: American National Standards Institute (ANSI), 11 West 42nd Street, New York, NY 10036.

⁴ См.: Секция A3, «Приемка» (в приложении), где приводится дополнительная информация по приемке и испытаниям поставляемых материалов. См. также ANSI/AWS A5.01, *Указания по закупке присадочных металлов.*

⁵ См.: секция A4, «Сертификация» (в приложении) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ

Весовой процент ^{a, b}												
Классификация AWS ^f	Обозначение UNS ^c	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be	Другие элементы		Al
										Каждый	Всего	
E1100	A91100	(d)	(d)	0,05-0,20	0,05	-	0,10	-	0,0008	0,05	0,15	99,00 мин ^e
E3003	A93003	0,6	0,7	0,05-0,20	1,0-1,5	-	0,10	-	0,0008	0,05	0,15	остаток
E4043	A94043	4,5-6,0	0,8	0,30	0,05	0,05	0,10	0,20	0,0008	0,05	0,15	остаток

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Электродная проволока, или заготовка, из которой она изготовлена, должна пройти анализ на содержание элементов, содержание которых приведено в таблице. Если обнаружится присутствие других элементов, необходимо установить их количество, чтобы удостовериться, что их содержание не превышает ограничения, приведенные в колонке «Другие элементы».
- Отдельные значения даны как максимальные, кроме отдельно оговоренных случаев.
- Единая система обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Кремний плюс железо не более 0,95 %
- Содержание чистого алюминия составляет разность между 100,00 % и суммой всех металлических элементов, содержащихся в количестве 0,010 % или более каждый, округленных до второй цифры после нуля в десятичной дроби, до определения суммы.
- Смотреть таблицу A1 для предложенных обозначений ISO.

ТАБЛИЦА 2
НЕОБХОДИМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS	Размер электрода		Химический анализ ^a	Испытание на разрыв ^b	Испытание на изгиб ^c
	дюйм	мм			
E1100, E3003 и E4043	$\frac{3}{32}$	2,4	Требуется	Не требуется ^d	Не требуется ^d
	...	2,5	Требуется	Не требуется ^d	Не требуется ^d
	$\frac{1}{8}$	3,2	Требуется	Не требуется ^d	Не требуется ^d
	$\frac{5}{32}$	4,0	Требуется	Требуется ^e	Требуется ^e
	$\frac{3}{16}$	4,8	Требуется	Не требуется ^d	Не требуется ^d
	...	5,0	Требуется	Не требуется ^d	Не требуется ^d
	...	6,0	Требуется	Требуется ^f	Требуется ^f
	$\frac{1}{4}$	6,4	Требуется	Требуется ^f	Требуется ^f
	$\frac{5}{16}$	8,0	Требуется	Не требуется ^d	Не требуется ^d
	$\frac{3}{8}$	9,5	Требуется	Не требуется ^d	Не требуется ^d

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Химический анализ электродной проволоки или заготовки, из которой она изготовлена.
- См. секция 11.
- См. секция 12.
- Если продукт не произведен в размерах перечисленных для необходимых испытаний и испытаний на изгиб, тогда используется самый близкий размер, но не более, чем размер определенный для испытаний.
- Электроды размера $\frac{5}{32}$ дюйма (4,0 мм) и меньше классифицируются в соответствии с результатами испытаний электродов размера $\frac{5}{32}$ дюйма (4,0 мм) этой же классификации.
- Электроды размера $\frac{3}{16}$ дюйма (4,8 мм) и больше классифицируются в соответствии с результатами испытаний электродов размера $\frac{1}{4}$ дюйма (6,4 мм) этой же классификации.

Технические условия с обозначением A5.3 используют Американскую систему измерений. Технические условия с обозначением A5.3M используют единицы системы СИ. Значения последней приведены в соответствующих колонках таблиц или в квадратных скобках [] в тексте.

6.2 Для определения соответствия данным ТУ, опытные или посчитанные значения предела прочности на разрыв должны округляться до ближайших 1000 фунт/кв. дюйм [10 МПа] для предела вязкости и до "ближайшей единицы" в крайнем правом разряде числа, используемого для выражения предельного значения в соответствии с методом округления, приведенным в ASTM E 29, *Стандартная методика использования значащих разрядов в тестовых данных для определения соответствия Техническим условиям*.

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

Требуемые для каждого класса испытания приведены в Таблице 2. Цель этих испытаний заключается в определении химического состава электродной проволоки и механических свойств металла сварного шва. Основным металл опытного сварного узла, процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в секциях 9-12.

8. Повторные испытания

8.1 Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, испытания повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторного тестирования могут быть взяты как из исходного опытного узла, так и из одного или двух новых опытных узлов. В случае

химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при испытании.

8.2 Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

8.3 В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке опытного сварного узла или опытных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Для испытаний необходимо подготовить один опытный сварной узел, как указано в таблице 2. Это шов с разделкой кромок, показанный на рисунке 1 для определения механических свойств.

Подготовка каждого опытного сварного узла производится согласно п. 9.3, рисунок 1 и таблицы 2 [Примечания (5) и (6)] с использованием основного металла соответствующего типа, указанного в таблице 3. Испытание узла должно проводиться согласно Секции 11, Испытание на разрыв и 12, Испытание на изгиб. Сварной узел должен проходить испытания в состоянии непосредственно после сварки.

РИС. 1 ОПЫТНЫЙ УЗЕЛ СВАРНОГО ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

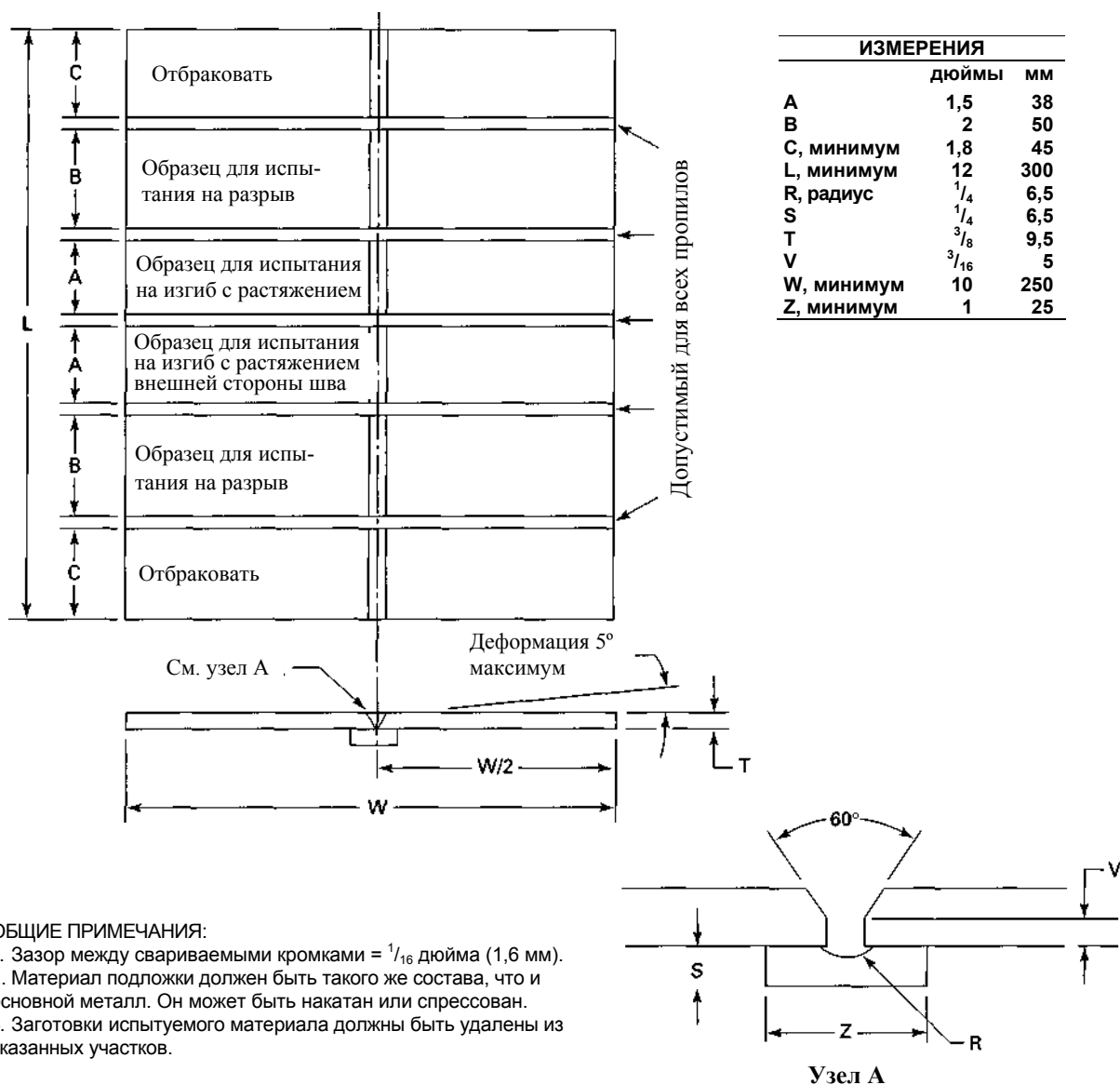


ТАБЛИЦА 3
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ ОПЫТНЫХ УЗЛОВ

Электрод		Основной металл	
Классификация AWS	Алюминиевый сплав ^a	Технические условия ASTM	Обозначение UNS
E1100	1100	B209	A91100
E3003, E4043	3003 ^b	B209	A93003

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Регистрационные номера Ассоциации производителей алюминия (Aluminum Association, Inc.).
b. При сварке 3003 электродами класса E4043, предпочтительно использование листового железа 3003-0 (отожженной марки).

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА РАЗРЫВ

Классификация AWS	Прочность на разрыв, минимум ^a	
	фунт на квадратный дюйм	МПа
E1100	12,000	80
E3003	14,000	95
E4043	14,000	95

ПРИМЕЧАНИЕ:

а. Трещины могут образовываться как на основном металле, так и на металле сварного шва.

9.3 Опытный узел должен быть предварительно нагрет до температуры между 350° и 400 °F [175° и 200 °C], дуговая сварка должна производиться покрытым металлическим электродом с одной стороны, в нижнем положении. Опытный узел должен быть предварительно изогнут или зафиксирован таким образом, чтобы изгиб сваренного опытного узла не составлял более 5 градусов. Если изгиб выполненного опытного узла составляет более 5 градусов, узел должен быть выпрямлен при комнатной температуре.

10. Химический анализ

10.1 Образец электродной проволоки, или материала, из которого она изготовлена должен быть подготовлен для проведения химического анализа.

10.2 Анализ образца должен проводиться подходящим аналитическим методом. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 34, *Стандартная методика химического анализа алюминия и алюминиевых сплавов*.

10.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 для классификации испытываемых электродов.

11. Испытание на разрыв

11.1 Два поперечных прямоугольных опытных образца для испытания на разрыв должны быть вырезаны из шва с разделкой кромок, описанного в секции 9, Опытный сварной узел, и показанного на рис. 1. Размеры образцов должны соответствовать указаниям к испытанию на разрыв в стандарте AWS B4.0, *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов*. Все измерения должны соответствовать рисунку поперечных прямоугольных опытных образцов для испытания на разрыв (пластины) в AWS B4.0, кроме уменьшенного радиуса, который составляет 2 дюйма [50 мм].

11.2 Образцы должны быть испытаны методом, описанным в разделе, посвященном испытаниям на разрыв, стандарта ANSI/AWS B4.0, *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов*.

11.3 Результаты испытания на разрыв образца металла сварного шва должны отвечать требованиям, установленным в таблице 4.

12. Испытания на изгиб

12.1 Один поперечный образец для испытания на изгиб с растяжением внешней стороны шва и один

поперечный образец для испытания на изгиб с растяжением корневой стороны шва, согласно требованиям приведенным в таблице 2, должны быть вырезаны из шва с разделкой кромок, описанного в секции 9, Опытный сварной узел, и показанного на рис. 1. Размеры этих образцов для испытания на изгиб должны быть такими же, как показанные в разделе, посвященном испытанию на изгиб, в стандарте AWS B4.0 на рисунке поперечных образцов для испытания на изгиб с растяжением внешней и корневой стороны шва (пластины).

12.2 Образцы следует тестировать с соответствии с указаниями секции ANSI/AWS B4.0, Испытания на изгиб, изгибая равномерно на 180 градусов с радиусом изгиба 1 1/4 дюйма [32 мм] в любом подходящем зажимном устройстве. При этом используются стандартные зажимные устройства, как указано в секции AWS B4.0, Испытания на изгиб. Расположение образцов для испытания на изгиб лицевой поверхностью шва наружу должно быть таким, чтобы растяжению подвергалась внешняя сторона шва. Расположение образцов для испытания на изгиб корня шва должно быть таким, чтобы растяжению подвергался корень шва. Для обоих типов поперечных образцов для испытания на изгиб сварной шов должен находиться в центре изгиба.

12.3 Каждый образец после изгиба должен иметь радиус 1 1/4 дюйма [32 мм] с учетом допуска на упругое последствие, и металл сварного шва не должен иметь трещин или других дефектов, превышающих 1/8 дюйма [3,2 мм] при измерении выпуклой поверхности в любом направлении и видимых невооруженным глазом. Трещины, появляющиеся во время испытания в углах образца и не свидетельствующие о присутствии включений и других неоднородностей, в расчет не принимаются.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

13. Метод изготовления

Электроды, классифицируемые в соответствии с данными Техническими условиями, могут быть изготовлены любым методом, позволяющим получить материал, который отвечал бы требованиям Технических условий.

14. Стандартные размеры

14.1 Стандартные размеры (диаметр электродной проволоки) и длина электродов указаны в таблице 5. Другие размеры также отвечают требованиям данных Технических условий по согласованию поставщика и покупателя.

14.2 Диаметр электродной проволоки не должен иметь отклонения более чем на ±0,002 дюйма [±0,05 мм] от указанного диаметра. Длина не должна иметь отклонения более чем на ±1/4 дюйма [±6 мм] от указанной.

15. Электродная проволока и покрытие

15.1 Электродная проволока и покрытие не должны иметь дефектов, препятствующих равномерному распределению металла электрода.

ТАБЛИЦА 5
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ

Классификация AWS	Диаметр электродной проволоки		Стандартная длина	
	дюймы	мм	дюймы	мм
E1100, E3003 и E4043	$\frac{3}{32}$ (0,094)	2,4 ^a	14	350
	(0,098)	2,5		
	$\frac{1}{8}$ (0,125)	3,2		
	$\frac{5}{32}$ (0,156)	4,0		
	$\frac{3}{16}$ (0,188)	4,8 ^a		
	(0,197)	5,0		
	(0,236)	6,0		
	$\frac{1}{4}$ (0,250)	6,4 ^a	18	450
	$\frac{5}{16}$ (0,312)	8,0		
	$\frac{3}{8}$ (0,375)	9,5 ^a		

ПРИМЕЧАНИЕ:

а. Эти размеры не включены в стандарт ISO 544.

15.2 Электродная проволока покрывается целиком, и максимальный диаметр сердечника с покрытием должен превосходить минимальный не более чем на:

(a) Семь процентов от среднего измерения для размеров $\frac{3}{32}$ дюйма [2,4 и 2,5 мм]

(b) Пять процентов от среднего измерения для размеров $\frac{1}{8}$ и $\frac{5}{32}$ дюйма [3,2 и 4,0 мм]

(c) Четыре процента от среднего измерения для размеров $\frac{3}{16}$ дюйма [4,8 мм] и более.

Концентричность может быть измерена любыми подходящими средствами.

15.3 Покрытие не должно легко повреждаться при эксплуатации в обычных условиях и не должно пузыриться при нагревании до 400 °F [200 °C]. Оно должно равномерно распределяться во время сварки, а также не должно пузыриться и стекать по сердечнику. Остатки флюса, полученные после сварки с этим покрытием, должны легко удаляться.

16. Оголенный сердечник

16.1 Зажимный конец каждого электрода должен быть оголен (освобожден от покрытия), не менее чем на $\frac{1}{2}$ дюйма [12 мм], но не более чем $1\frac{1}{4}$ дюйма [30 мм] для электродов размера $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и меньше, и не менее чем $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм], но не более чем $1\frac{1}{2}$ дюйма [38 мм] для электродов размера $\frac{3}{16}$ дюйма [4,8 мм] и больше, для обеспечения электрического контакта с держателем электрода.

16.2 Конец дуги каждого электрода должен быть достаточно оголен и покрытие сужено к концу для обеспечения легкого зажигания дуги. Длина оголенной части (измеренной от конца сердечника до начала покрытия) не должна превышать $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм] или диаметра сердечника, даже если он меньше. Электроды с обломанным покрытием в районе конца дуги, обнажающим сердечник, не более чем на $\frac{1}{4}$ дюйма [6 мм] или на расстояние равное двум диаметрам сердечника, отвечают требованиям настоящих ТУ, при

условии, если участки обломанного покрытия обнажают не более 50 % обхвата сердечника.

17. Маркировка электродов

Все электроды должны быть маркированы следующим образом:

17.1 На покрытие должен быть нанесен, по крайней мере, один четкий отпечаток классификации электродов на расстоянии $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] от зажимного конца электрода.

17.2 Цифры и буквы оттиска должны быть выполнены прямым жирным шрифтом такого размера, чтобы обозначение легко читалось.

17.3 Чернила, используемые для напечатания изображения, должны обеспечивать достаточный контраст с покрытием электрода так, чтобы при обычном использовании цифры и буквы были разборчивыми до и после сварки.

17.4 Приставка в виде буквы "E" в классификации электрода может быть опущена при маркировке.

17.5 Вместо нанесения отпечатка, электроды могут быть маркированы следующим образом:

(a) Прикреплением на оголенный зажимный конец каждого электрода самоклеющейся ленты с номером его классификации.

(b) Штампованием номера классификации на оголенном зажимном конце каждого электрода. В этом случае, допускается расплющивание на оголенном зажимном конце в месте штамповки.

18. Упаковка

18.1 Электроды должны быть упакованы так, чтобы предотвратить их повреждение при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

18.2 Стандартный вес упаковки 1 фунт [0,5 кг], 5 фунтов [2,5 кг], и 10 фунтов [5 кг]. Другой вес упаковки отвечает требованиям настоящих ТУ, если оговорен поставщиком и покупателем.

19. Маркировка упаковки

19.1 На наружной стороне каждой единичной упаковки должна быть разборчиво обозначена как минимум следующая информация:

- (a) Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);
- (b) Наименование поставщика и торговая марка;
- (c) Размер и масса нетто;
- (d) Номер партии, контроля или плавки

19.2 Информация о мерах предосторожности, (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может привести к повреждению глаз и вызвать ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к СМЕРТЕЛЬНОМУ ИСХОДУ.

- Перед работой прочтите и уясните инструкции изготовителя, паспорта безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма.
- Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Применяйте подходящие средства защиты глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- См. Американский Национальный Стандарт Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и других смежных процессах*, изданный Американским обществом специалистов по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126; и Стандарты безопасности и здравоохранения, Закон о технике безопасности и гигиене труда, которые можно получить в Типографии правительства США, Washington, DC 20402. Телефон (202) 512-1800.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ

Приложение

Руководство к Техническим условиям для электродов из алюминия и алюминиевых сплавов для дуговой сварки

(Приложение не является частью технических условий AWS A5.3/A5.3M: 1999 (R2007), *Электроды для дуговой сварки из алюминия и алюминиевых сплавов*, и включено только для информации).

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию прутков с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. Ссылки на соответствующие Технические условия основных металлов приводятся по возможности и в тех местах, где они необходимы. Настоящее руководство предназначено служить скорее примером, нежели полным перечнем материалов, для которых пригоден каждый из присадочных металлов.

A2. Система классификации

A2.1 Система обозначения классификации электродов, принятая в настоящих технических условиях, соответствует стандартной схеме, принятой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Буква "E" в начале каждого обозначения в классификации указывает на возможность использования присадочного металла в качестве электрода. Числовая часть обозначения в данных технических условиях указывает на то, что состав, используемый в электроде зарегистрирован Ассоциацией производителей алюминия.

A2.2 Международный Институт Сварки (IIW) разработал международную систему обозначения для сварочных присадочных металлов для использования в будущих технических условиях Международной организации по стандартизации (ISO). В таблице A1 приведены предлагаемые обозначения присадочных металлов на основе алюминия. В этой системе начальная «E» обозначает покрытый электрод, буква «A» – систему сплава, с последующим четырехзначным числовым обозначением. Для ковких алюминиевых сплавов четырехзначный номер соответствует признанной во всем мире системе.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материалов, поставляемых в соответствии с данными техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку, согласно положениям стандарта ANSI/AWS A5.01. В

случае отсутствия такого указания в заказе на поставку, поставщик может провести при поставке для материала данной классификации те испытания, которые он обычно проводит согласно плану F, таблица 1, стандарт ANSI/AWS A5.01. Проведение испытаний в соответствии с каким-либо другим планом, не указанным в данной таблице, должно быть специально оговорено в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и необязательных дополнительных обозначений на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или изготовитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что изготовитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса, имеющая одинаковый состав. Сертификация не предполагает обязательного проведения всех испытаний для образцов конкретного отгруженного материала. Испытания данного материала могли проводиться или не проводиться. Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной "представительной выборки" и применяемая изготовителем "Система обеспечения качества изготовителя", рассмотренная в стандарте ANSI/AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

(a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);

(b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;

(c) степень выделения дымов, газов или пыли, в зависимости от применяемых материалов и процессов;

ТАБЛИЦА А1
СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОБОЗНАЧЕНИЯМ

Обозначение состава AWS ^a	Номер UNS	Предлагаемое обозначение ISO ^b	Классификационный номер AWS ^c
1100	A91100	EA1100	E1100
3003	A93003	EA3003	E3003
4043	A94043	EA4043	E4043

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Обозначение химического состава AWS – это обозначение электродной проволоки, а также оно соответствует номеру обозначения Ассоциации производителей алюминия.
- Предлагаемый номер обозначения ISO (IIW (Международный институт сварки) док. XII-1232-91) содержит четыре последние цифры номера UNS для ковких сплавов, поставленный после обозначения "EA", "E" – для обозначения покрытого электрода и "A" – для обозначения алюминиевого сплава.
- Классификационный номер AWS – это обозначение химического состава AWS, поставленное после обозначения "E", которое указывает на электрод, по которому течет электрический ток.

(d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;

(e) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1 *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах* (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание в этом стандарте следует обратить на секцию "Вентиляция".

A6. Рассмотрение вопросов по сварке

A6.1 Дуговая сварка алюминия с помощью металлического покрытого электрода является широко применяемой практикой. Однако, развитие процессов сварки с применением защитного газа и преимущества этих процессов послужило причиной уменьшения случаев применения покрытых электродов. При дуговой сварке электрод, покрытый флюсом, находится в стандартном электродном держателе, и сварка производится при постоянном токе обратной полярности. Важными факторами, требующими внимания при рассмотрении вопросов по сварке алюминия покрытыми электродами, являются содержание влаги в электродном покрытии и чистота электрода и основного металла. Предварительное нагревание обычно требуется для достижения хорошего провара и улучшения бездефектности сварного шва. Удаление остатка флюса необходимо производить между проходами, что обеспечивает улучшенную стабильность дуги и провар шва. Полное удаление остаточного флюса после сварки обязательно для избежания появления коррозии.

A6.2 Присутствие влаги в покрытии электрода является основной причиной пористости сварного шва. Грязь, смазка или другие загрязнения электрода также могут способствовать возникновению пористости. Поглощение влаги покрытием может происходить довольно быстро, и свойства покрытия могут ухудшиться уже после нескольких часов нахождения во влажных условиях. По этой причине электроды следует хранить в сухом и чистом помещении. Электроды,

взятые из ранее вскрытых упаковок, или которые подверглись воздействию влаги, должны быть подвергнуты "кондиционированию" при температуре от 350 до 400 °F [от 175 до 200 °C] в час перед сваркой. После кондиционирования их следует хранить в нагретой печи при температуре от 150 до 200 °F [от 65 до 95 °C] до момента использования.

A6.3 Минимальная толщина основного металла, рекомендованная для дуговой сварки алюминия, составляет $\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм]. Для материала толщиной меньше $\frac{1}{4}$ дюйма [6,4 мм], не производится подготовка кромок, кроме относительно ровного разреза прямоугольной формы. Материал размером больше $\frac{1}{4}$ дюйма [6,4 мм] проходит V-образную подготовку со скосом двух кромок с углом от 60 до 90 градусов. На очень толстом материале может производиться подготовка в виде V-образного разреза с криволинейным скосом двух кромок. В зависимости от размера основного металла, диапазон толщины притупления корня шва составляет от $\frac{1}{16}$ до $\frac{1}{4}$ дюйма [от 1,6 до 6,4 мм]. Для всех швов с разделкой кромок подходящий зазор между свариваемыми кромками составляет от $\frac{1}{32}$ до $\frac{1}{16}$ дюйма [от 0,8 до 1,6 мм].

A6.4 Из-за высокой теплопроводности алюминия, предварительный нагрев от 250 до 400 °F [от 120 до 200 °C] почти всегда необходим при использовании толстого материала для обеспечения сварочной ванны и правильного провара. Предварительный нагрев также поможет избежать пористости, благодаря быстрому остыванию сварочной ванны в начале сварного шва. В сложных конструкциях, полезно производить предварительный нагрев во избежание деформации. Предварительный нагрев может быть произведен горелкой с использованием кислорода, ацетилена или другого подходящего горючего газа, или с помощью электричества. Механические свойства алюминиевых сплавов серии 6XXX могут быть значительно снижены если используются температуры предварительного нагрева выше 350 °F [175 °C].

A6.5 Дуговая сварка однопроводных швов должна применяться во всех возможных случаях. Однако, более толстые плиты требуют несколько проходов, тщательная очистка между проходами необходима для достижения оптимальных результатов.

После завершения любой сварки, сварной шов и обрабатываемая деталь должна быть тщательно очищена от остаточного флюса. Основная часть остаточного флюса может быть удалена механическими средствами, например вращающейся металлической щеткой, шлаковым молотком или молотком для проковки, остальная часть - паром или горячей водой. Для проверки достаточности удаления флюса необходимо нанести 5 %-ный раствор нитрата серебра на сваренные поверхности. Если флюс остался, происходит вспенивание.

A6.6 Прерывание дуги при сварке алюминия может привести к образованию наплавки флюса на конце электрода. Восстановление удовлетворительного качества дуги невозможно, пока не будет удалена эта наплавка.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов

7.1 Электроды класса E1100 производят металл сварного шва высокой вязкости, хорошей электропроводности, с минимальным пределом прочности на разрыв 12,000 фунтов/кв. дюйм (80 МПа). Электроды класса E1100 используются для сварки 1100, 1350(ЕС) и других серийно производимых алюминиевых сплавов.

7.2 Электроды класса E3003 производят металл сварного шва высокой вязкости, с минимальным пределом прочности на разрыв 14,000 фунтов/кв. дюйм [95 МПа]. Электроды класса E3003 используются для сварки алюминиевых сплавов 1100 и 3003.

7.3 Электроды класса E4043 содержат приблизительно пять процентов кремния, который обеспечивает более высокую текучесть при температурах сварки, и по этой причине он предпочтителен для сварки общего назначения. Электроды класса E4043 производят металл сварного шва достаточной вязкости с минимальным пределом прочности на разрыв 14,000 фунтов/кв. дюйм [95 МПа]. Электроды класса E4043 используются для сварки алюминиевых сплавов серии 6XXX, 5XXX (содержащих до 2,5 процентов Mg), и алюминий-кремниевых литейных сплавов, а также алюминиевых основных металлов 1100, 1350(ЕС) и 3003.

7.4 Для многих случаев применения алюминия, сопротивление коррозии применений является наиболее важным аспектом. В подобных случаях, выгодно подобранный по сходному с основным металлом составу электрод окажется преимуществом. Поэтому изготавливаются покрытые электроды для основных металлов 1100 и 3003, для других основных металлов покрытые электроды обычно не изготавливаются и должны заказываться отдельно. При сварке, когда особенно важны антикоррозийные свойства, может быть более выгодно использовать дуговую сварку с защитным газом, для которой применяется большее количество присадочных металлов различного состава.

A8. Специальные испытания

Общеизвестно, что в некоторых случаях могут потребоваться дополнительные испытания для определения специальных свойств, таких как стойкость к коррозии, электропроводность, механические свойства при повышенных или криогенных температурах, а также возможность сочетания при сварке с другими сплавами на основе алюминия.

A9. Химический анализ

Принятый и наиболее широко распространенный метод для химического анализа приведен в ASTM E 227, *Оптическая эмиссионная спектроскопия анализа алюминия и алюминиевых сплавов с помощью технологии «Точки-плоскости» ("Point-to-Plane")*. Этот метод позволяет проводить анализ объемной пробы и всех элементов одновременно. Документ ASTM E 34, *Стандартная методика химического анализа алюминия и алюминиевых сплавов*, предписывает отдельные методики испытаний для каждого элемента. Методики испытаний ASTM E 34 используются в качестве арбитражных при возникновении споров относительно анализа конкретных элементов.

A10. Общие аспекты безопасности

A10.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и сопутствующих им процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабочие поверхности. Они могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующие меры предосторожности. Рабочие должны надевать защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Необходимо надевать высокие ботинки или кожаные гамашы и огнеупорные перчатки. Штанины должны надеваться поверх голенища обуви. Следует пользоваться касками или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве следует использовать затычки для ушей во избежание попадания сварочных брызг в ушной канал в сочетании с защитными очками или эквивалентными средствами защиты для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть следов смазки или масла. В карманах не должно быть горючих веществ. Если на одежду попало какое-либо горючее вещество, то прежде чем начать работу с открытой дугой или огнем необходимо сменить одежду на чистую из огнестойкого материала. Следует использовать фартуки, пелерины, гамашы и плечевые накидки с лямками, предназначенные для сварочных работ.

Если имеет место сварка или резка необычно толстого основного металла, следует применять дополнительные металлические щиты для повышенной защиты. Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью. Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или применять меры безопасности, описанные в предыдущем параграфе. Перед тем, как покинуть рабочую зону, горячие рабочие поверхности должны быть обозначены для того, чтобы предупредить других людей об опасности. Не разрешается предпринимать попытки ремонта или пытаться отсоединять электрооборудование, находящееся под напряжением. Результатом отсоединения под нагрузкой является искрение, что может вызвать ожоги и/или поражение электрическим током. *(Примечание: Ожоги могут быть вызваны прикосновением к горячим частям оборудования, таким как держатели электродов, наконечники электродов и мундштукам. Поэтому при обращении с такими предметами необходимо надевать изолированные перчатки, за исключением случаев, когда предварительно было выдержано соответствующее время охлаждения.)*

В следующих источниках имеется более подробная информация об индивидуальной защите:

(a) ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, издано Американским обществом специалистов по сварке: 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

(b) *Свод федеральных законов*, заглавие 29 - Труд, глава XVII, часть 1910, Общие производственные стандарты Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA) можно получить в Правительственной типографии США: Washington, DC 20402.

(c) ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*, Американский национальный институт стандартов: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002.

(d) ANSI Z41, *Американский национальный стандарт индивидуальной защиты — Защитная обувь*, Американский национальный институт стандартов: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002.

A10.2 Опасность поражения электрическим током.

Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу. Однако его можно избежать. Не следует прикасаться к частям электрооборудования, находящимся под напряжением. Следует ознакомиться и принять к сведению инструкции и рекомендации по технике безопасности изготовителя. Источником опасности также является неправильная установка, неправильное заземление, неправильная эксплуатация и обслуживание электрического оборудования.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Провод, подсоединенный к изделию, не является заземляющим проводом. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельное соединение. Рабочий провод не путать с заземляющим!

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть надежными, чистыми и сухими. Ненадежные соединения могут перегреться и даже расплавиться. Более того, они могут создавать опасные электрические дуги и искрение. Нельзя допускать скопления воды, смазки или грязи на штепселях и штепсельных розетках или деталях электрооборудования. Влага может проводить электрический ток. Во избежание поражения током, рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны одевать сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные электрические соединения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Напряжения холостого хода следует избегать. Когда несколько сварщиков работают с дугой различной полярности, или при использовании нескольких сварочных агрегатов переменного тока напряжение холостого хода (разомкнутой цепи) может оказаться просуммированным. Суммирование напряжений усиливает тяжесть поражения электрическим током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить пострадавшего от провода под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию, как только будет устранен контакт с источником напряжения. В таких случаях необходимо вызвать врача, и продолжать реанимацию до тех пор, пока

дыхание не восстановится или не прибудет врач. Электрические ожоги лечатся так же, как и обычные термические ожоги; то есть, необходимо прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на область поражения следует наложить чистую сухую повязку, а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Необходимо следовать требованиям таких признанных стандартов по технике безопасности, как ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*; *Свод национальных правил по электротехнике*; и Документ Национальной ассоциации пожарной безопасности США № 70, которые можно получить по адресу: Национальная ассоциация пожарной безопасности США, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

A10.3 Дымы и газы. Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, выделяющиеся из сварочных присадочных металлов и флюсов, основного металла и любого покрытия, имеющегося на нем. Газы образуются в процессе сварки или в результате воздействия сварочного излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав этих дымов и газов зависит от состава электрода и основного металла, применяемого процесса сварки, уровня силы тока, длины дуги и других факторов. Флюсы, используемые при газовой сварке алюминиевых сплавов, состоят в основном из хлористых соединений с добавлением небольшого количества фтористых соединений. Покрытия, используемые для покрытых электродов типов, описанных в технических условиях A5.3/A5.3M, содержат как хлориды, так и фтористые соединения.

Возможные последствия чрезмерного воздействия различны по тяжести: от раздражения глаз, кожи и дыхательных путей до более серьезных осложнений. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Дым может вызвать такие симптомы, как тошнота, головная боль, озноб и лихорадка. При использовании особо токсичных материалов существует вероятность более серьезного воздействия на здоровье. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье. Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Для того, чтобы избежать попадания дыма и газов в область дыхания и окружающее пространство, следует использовать достаточную вентиляцию, вытяжку или и то, и другое в зоне дуги.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Все электроды из алюминия имеют ограничения по содержанию бериллия не более 0,0008 %. Контроль осуществляется производителем, что обеспечивает отсутствие этого элемента в составе металла и позволяет избежать концентрации высокотоксичной пыли этого элемента в сварочных парах во время нанесения металла дугой. Поскольку электродная проволока изготовлена в виде вытянутого кованного алюминиевого провода, контроль за содержанием бериллия применяется ко всем присадочным металлам, входящим в Технические условия ANSI/AWS A5.3/A5.3M. Таким образом, все электроды имеют ограничения по содержанию бериллия не более 0,0008 %.

Более детальную информацию по парам и газам, выделяющимся при различных процессах сварки можно найти в следующих источниках:

(a) Требования Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA) к ограничениям допустимого предельного воздействия можно найти в Своде федеральных нормативных актов (CFR), заголовок 29, глава XVII, часть 1910. *Общие промышленные стандарты* OSHA можно получить у Начальника управления документации, Типография Правительства США, Washington, DC 20402.

(b) Рекомендуемые значения пороговой концентрации паров и газов можно найти в издании *Значения пороговой концентрации химических веществ и физических агентов в рабочем помещении*, выпущенном Американской ассоциацией промышленных гигиенистов (ACGIH), 1330 Kemper Meadow Drive, Suite 600, Cincinnati, OH 45240-1643.

(c) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом специалистов по сварке (AWS), которые можно найти в отчете *Пары и газы при сварке*, можно получить по адресу: Американское общество специалистов по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

A10.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением лучистой энергии (излучением), опасной для здоровья. Следует ознакомиться с воздействием такой лучистой энергии.

Излучаемая энергия может быть ионизирующей (например, рентгеновские лучи) или неионизирующей (например, ультрафиолетовое излучение, видимый свет или инфракрасное излучение). Излучение может иметь различные последствия, такие как ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности излучаемой энергии, при чрезмерном воздействии.

A10.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в допустимых пределах путем использования подходящего экранирования сварочной зоны.

A10.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависит от многих факторов, например, процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и какого-либо покрытия, в том числе листового, на основном металле. Некоторые процессы, такие как контактная сварка и холодная сварка давлением, обычно сопровождаются выделением пренебрежимо малых количеств лучистой энергии. Однако большинство процессов дуговой сварки и резки (за исключением дуговой сварки под флюсом, при правильном применении), лазерной и газовой сварки, резки, пайки твердым или мягким припоем может сопровождаться выделением таких количеств неионизирующего излучения, которые требуют принятия мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(a) Допускается смотреть на сварочные дуги только через фильтрующие пластины для сварки, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*, изданным Американским институтом стандартов, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве фильтрующих пластин, а их предпочтительнее

использовать для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(b) Участки кожи, подверженные воздействию излучения, должны быть защищены специальной одеждой и перчатками, согласно требованиям ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, изданным Американским обществом специалистов по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

(c) Следует избегать бликов от сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных бликов. (Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне).

(d) Во избежание облучения случайных прохожих во время сварочных работ следует применять экраны, занавески или производить эти работы на достаточном удалении от пролетов цеха, пешеходных дорожек и т. д.

(e) Защитные очки с боковыми щитками, защищающими от ультрафиолетового излучения, обеспечивают хорошую защиту от ультрафиолетового излучения сварочной дуги.

A10.4.3 Информацию по ионизирующему излучению можно получить в следующих источниках:

(a) Документ Американского общества специалистов по сварке F2.1-78, *Рекомендуемые правила техники безопасности при сварке и резке электронным лучом*, можно получить по адресу: Американское общество специалистов по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

(b) Информация об изделии, предоставляемая изготовителем.

A10.4.4 Информацию по неионизирующему излучению можно получить из следующих источников:

(a) Хинрикс Дж. Ф., Проектная группа по Отчету по радиации. *Журнал по сварке*, январь 1978 г..

(b) Специальное исследование по защите от неионизирующей радиации №. 42-0053-77, *Оценка потенциальной угрозы актинического ультрафиолетового излучения, генерируемого в процессе электро-сварки и дуговой резки*, можно получить в Национальной службе технической информации, Спрингфилд, VA 22161, ADA-033768.

(c) Специальное исследование по защите от неионизирующей радиации №. 42-0312-77, *Оценка потенциальной угрозы сетчатке глаза от оптического излучения, генерируемого в процессе электросварки и дуговой резки*, можно получить в Национальной службе технической информации, Спрингфилд, VA 22161, ADA-043023.

(d) Мосс С. Е. и Мюррей У. Е. "Уровни оптического излучения, производимого в процессе газовой сварки, пайки с нагревом пламенем и резки с применением кислорода", *Журнал по сварке*, сентябрь 1979 г..

(e) "Уровни оптического излучения, производимого в процессе воздушной дуговой резке угольным электродом", *Журнал по сварке*, март 1980 г..

(f) ANSI/ASC Z136.1, *Безопасное использование лазеров*, опубликовано Американским институтом стандартов, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002.

(g) ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и смежных процессах*, опубликовано Американским обществом специалистов по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

(h) ANSI/ASC Z87.1, *Практика защиты глаз и лица в работе и обучении*, опубликовано Американским институтом стандартов, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036-8002.

(i) Мосс С. Е. "Уровни прохождения оптического излучения через прозрачные сварочные шторы", *Журнал по сварке*, март 1979 г..

ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ 07



SFA-5.4/SFA-5.4M



(Идентичны Техническим условиям A5.4/A5.4M:2006. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS).

1. Область применения

1.1 Данные технические условия представляют предписанные требования к классификации покрытых электродов для дуговой сварки из нержавеющей стали.^{1,2}

Содержание хрома в металле сварного шва, получаемом с помощью этих электродов, не менее 10,5 %, а содержание железа превосходит количество любого другого элемента, содержащегося в сплаве. В целях классификации, содержание железа установлено как балансового элемента, а все остальные элементы присутствуют в их минимальном указанном количественном значении.

ПРИМЕЧАНИЕ: Не было попытки классифицировать все марки присадочных металлов в пределах области распространения данных технических условий; были включены только металлы, наиболее широко используемые на практике.

1.2 Вопросы безопасности и здоровья находятся за пределами данного стандарта и, следовательно, не обсуждаются здесь полностью. Некоторую информацию по безопасности и здоровью можно найти в необязательном приложении, пп. A5 и A11. Информация по безопасности и здоровью доступна из других источников, включая ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах* и соответствующие местные и государственные нормативные акты, но не ограничивается этими источниками.

1.3 Данные Технические Условия используют обе системы измерений: Американскую и Международную (СИ). Измерения не являются полностью эквивалентными и, следовательно, каждая система должна использоваться независимо от другой, и системы не должны смешиваться в отношении свойств материалов. Технические условия с обозначением A5.4 используют американскую систему измерений. Технические условия с обозначением A5.4M используют систему измерений СИ. Данные СИ показаны в скобках [] или в соответствующих колонках таблиц и в цифрах. Стандартные размеры в

¹ Вследствие возможной разницы в составе, электродная проволока покрытых электродов не должна использоваться как голая присадочная проволока.

² Классификации E502, E505 и E7Cr более не описываются в данном документе. Они описаны в AWS A5.5/A5.5M:2006, и обозначены следующим образом: E502 как E801X-B6 и E801X-B6L, E505 как E801X-B8 и E801X-B8L и E7Cr как E801X-B7 и E801X-B7L.

измерениях любой из систем могут быть применимы для установления размеров присадочных металлов или упаковок или в обоих случаях, предусмотренных Техническими условиями A5.4 или A5.4M.

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты AWS³:

- (a) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*
- (b) AWS A5.5, *Электроды из низколегированной стали для дуговой сварки. Технические условия.*
- (c) AWS B4.0, *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов.*
- (d) AWS B4.0M, *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов.*

2.2 Следующие стандарты ANSI используются в основных секциях данного документа:

- (a) ANSI Z49.1,⁴ *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*

2.3 Следующие стандарты ASTM⁵ используются в основных секциях данного документа:

- (a) ASTM A 36, *Сортовая сталь. Технические условия.*
- (b) ASTM A 240, *Тепловое расширение хромированных и хромоникелевых толстолистовых и тонколистовых нержавеющей сталей и планок для сосудов давления. Стандартные технические условия.*
- (c) ASTM A 285, *Толстолистовая углеродистая сталь низкой и средней прочности для сосудов давления. Стандартные технические условия.*

³Стандарты ASTM изданы Американским обществом по испытаниям и материалам, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959

Стандарты AWS можно получить по адресу: Американское общество по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126

⁴Стандарты ANSI Z49.1 изданы Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

⁵Стандарты ASTM изданы Американским обществом по испытаниям и материалам, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

(d) ASTM A 515, Толстолистовая углеродистая сталь для сосудов давления, работающих при средней и высокой температуре. Стандартные технические условия.

(e) ASTM E 29, Стандартная методика использования значащих разрядов в тестовых данных для определения соответствия Техническим условиям.

(f) ASTM E 1032, Стандартная методика рентгенографических испытаний сварных узлов.

(g) ASTM E 353, Методика химических испытаний нержавеющей, высокотемпературных, мартенситных и других подобных хромоникелевых сплавов.

3. Классификация

3.1 Присадочные металлы, включенные в технические условия A5.4/A5.4M, классифицированы с использованием системы, независимой от принятой в США пользовательской системы единиц и Международной системы единиц (СИ), и классифицированы в соответствии с:

(a) требованиями к химическому составу неразбавленного металла сварного шва (таблица 1)

(b) типом сварочного тока и позицией сварки (таблица 2)

3.2 Материалы, отнесенные к одной классификации, можно классифицировать под любым другим обозначением из данных технических условий, если эти материалы отвечают всем требованиям для этих других классификаций, кроме материалов, обозначенных следующим образом: EXXX-15, EXXX-16, EXXX-17 или EXXX-26. В таблице 3 приведены примеры такой двойной классификации.

Примечание: Требования к испытаниям в данных Технических условиях устанавливают минимальные уровни качества, которые гарантируют пригодность электродов в случае обычного применения. В руководстве, прилагаемом к данным техническим условиям, рассмотрены наиболее общие случаи применения и предложены методики испытаний для таких случаев применения, которые требуют проведения испытаний, дополнительных к описанным в данных технических условиях.

4. Приемка

Приемка электродов⁶ должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5. Сертификация

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.⁷

⁶См. секцию A3 (приложение А), "Приемка", относительно дополнительной информации о приемке и испытаниях поставляемых материалов и AWS A5.01, *Руководство по поставке присадочных металлов*.

⁷См. секцию A4 (приложение А), "Сертификация", относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

6. Процедура округления

Для определения соответствия данным ТУ, опытные или посчитанные значения предела прочности на разрыв должны округляться до ближайших 1,000 фунт/кв. дюйм для предела вязкости в системе A5.4, или до ближайших 10 МПа для предела вязкости в системе A5.4M, а другие значения – с точностью до "ближайшей единицы" в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29.

7. Обзор испытаний

Испытания, требуемые для классификации, указаны в таблице 4. Цель данных тестов состоит в определении химического состава, механических свойств и бездефектности металла сварного шва, а так же эксплуатационной пригодности электродов. Основным металл опытного сварного узла, для проведения сварки и испытаний, а так же требуемые результаты указаны в секции 9, Опытный сварной узел, секции 10, Химический анализ, секции 11, Радиографические испытания, секции 12, Испытание на разрыв и в секции 13, Испытание углового сварного шва.

8. Повторные испытания

Если результат испытания не отвечает требуемым результатам, то такое испытание должно быть повторено дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторного испытания могут быть взяты как из исходного опытного узла, так и из одного или двух новых опытных узлов. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

Если результаты обоих повторных испытаний не отвечают требованиям данных ТУ, то такие материалы считаются не соответствующими требованиям данных ТУ для данной классификации.

В случае, если во время подготовки или после проведения испытания было точно установлено, что были нарушены условия подготовки испытуемых образцов или сборок или условия проведения испытания, то результаты такого испытания считаются недействительными, вне зависимости от того было ли оно проведено или отвечали ли его результаты требованиям. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех требований. В этом случае требование об удвоении числа опытныхборок не применяется.

9. Опытные сварные швы

9.1 Один, два или три опытных сварных шва требуется, в зависимости от диаметра электрода, как показано в таблице 4.

(a) Наплавленная поверхность согласно рис. 1 для химического анализа неразбавленного металла сварного шва.

(b) Сварной шов с разделкой кромок на рис. 2 для испытания на разрыв и радиографического испытания.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА

Классификация AWS ^(C)	Номер UNS ^(D)	Весовой процент ^(A, B)											Другие
		C	Cr	Ni	Mo	Nb (Cb) Плюс Ta	Mn	Si	P	S	N	Cu	
E209-XX	W32210	0,06	20,5–24,0	9,5–12,0	1,5–3,0	...	4,0–7,0	1,00	0,04	0,03	0,10–0,30	0,75	V = 0,10–0,30
E219-XX	W32310	0,06	19,0–21,5	5,5–7,0	0,75	...	8,0–10,0	1,00	0,04	0,03	0,10–0,30	0,75	...
E240-XX	W32410	0,06	17,0–19,0	4,0–6,0	0,75	...	10,5–13,5	1,00	0,04	0,03	0,10–0,30	0,75	...
E307-XX	W30710	0,04–0,14	18,0–21,5	9,0–10,7	0,5–1,5	...	3,30–4,75	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E308-XX	W30810	0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	0,75	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E308H-XX	W30810	0,04–0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	0,75	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E308L-XX	W30813	0,04	18,0–21,0	9,0–11,0	0,75	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E308Mo-XX	W30820	0,08	18,0–21,0	9,0–12,0	2,0–3,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E308LMo-XX ^(E)	W30823	0,04	18,0–21,0	9,0–12,0	2,0–3,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E309-XX	W30910	0,15	22,0–25,0	12,0–14,0	0,75	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E309H-XX	W30910	0,04–0,15	22,0–25,0	12,0–14,0	0,75	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E309L-XX	W30913	0,04	22,0–25,0	12,0–14,0	0,75	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E309Nb-XX ^(F)	W30917	0,12	22,0–25,0	12,0–14,0	0,75	0,70–1,00	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E309Mo-XX	W30920	0,12	22,0–25,0	12,0–14,0	2,0–3,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E309LMo-XX ^(E)	W30923	0,04	22,0–25,0	12,0–14,0	2,0–3,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E310-XX	W31010	0,08–0,20	25,0–28,0	20,0–22,5	0,75	...	1,0–2,5	0,75	0,03	0,03	...	0,75	...
E310H-XX	W31015	0,35–0,45	25,0–28,0	20,0–22,5	0,75	...	1,0–2,5	0,75	0,03	0,03	...	0,75	...
E310Nb-XX ^(F)	W31017	0,12	25,0–28,0	20,0–22,0	0,75	0,70–1,00	1,0–2,5	0,75	0,03	0,03	...	0,75	...
E310Mo-XX	W31020	0,12	25,0–28,0	20,0–22,0	2,0–3,0	...	1,0–2,5	0,75	0,03	0,03	...	0,75	...
E312-XX	W31310	0,15	28,0–32,0	8,0–10,5	0,75	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E316-XX	W31610	0,08	17,0–20,0	11,0–14,0	2,0–3,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E316H-XX	W31610	0,04–0,08	17,0–20,0	11,0–14,0	2,0–3,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E316L-XX	W31613	0,04	17,0–20,0	11,0–14,0	2,0–3,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E316LMn-XX	W31622	0,04	18,0–21,0	15,0–18,0	2,5–3,5	...	5,0–8,0	0,90	0,04	0,03	0,10–0,25	0,75	...
E317-XX	W31710	0,08	18,0–21,0	12,0–14,0	3,0–4,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E317L-XX	W31713	0,04	18,0–21,0	12,0–14,0	3,0–4,0	...	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E318-XX	W31910	0,08	17,0–20,0	11,0–14,0	2,0–3,0	6 x C, мин	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E320-XX	W88021	0,07	19,0–21,0	32,0–36,0	2,0–3,0	до 1,00 макс 8 x C, мин до 1,00 макс	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	3,0–4,0	...

A08

ТАБЛИЦА 1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^(C)	Номер UNS ^(D)	Весовой процент ^(A, B)											
		C	Cr	Ni	Mo	Nb (Cb) Плюс Ta	Mn	Si	P	S	N	Cu	Другие
E320LR-XX	W88022	0,03	19,0–21,0	32,0–36,0	2,0–3,0	от 8 x C, минимум до 0,40 максимум	1,50–2,50	0,30	0,020	0,015	...	3,0–4,0	...
E330-XX	W88331	0,18–0,25	14,0–17,0	33,0–37,0	0,75	...	1,0–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E330H-XX	W88335	0,35–0,45	14,0–17,0	33,0–37,0	0,75	...	1,0–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E347-XX	W34710	0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	0,75	от 8 x C, минимум до 1,00 максимум	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E349-XX	W34910	0,13	18,0–21,0	8,0–10,0	0,35–0,65	0,75–1,20	0,5–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	V = 0,10–0,30 Ti = 0,15 максимум W = 1,25–1,75
E383-XX	W88028	0,03	26,5–29,0	30,0–33,0	3,2–4,2	...	0,5–2,5	0,90	0,02	0,02	...	0,6–1,5	...
E385-XX	W88904	0,03	19,5–21,5	24,0–26,0	4,2–5,2	...	1,0–2,5	0,90	0,03	0,02	...	1,2–2,0	...
E409Nb-XX	W40910	0,12	11,0–14,0	0,6	0,75	0,50–1,50	1,0	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E410-XX	W41010	0,12	11,0–13,5	0,7	0,75	...	1,0	0,90	0,04	0,03	...	0,75	...
E410NiMo-XX	W41016	0,06	11,0–12,5	4,5–5,0	0,40–0,70	...	1,0	0,90	0,04	0,03	...	0,75	...
E430-XX	W43010	0,10	15,0–18,0	0,6	0,75	...	1,0	0,90	0,04	0,03	...	0,75	...
E430Nb-XX	W43011	0,10	15,0–18,0	0,6	0,75	0,50–1,50	1,0	1,00	0,04	0,03	...	0,75	...
E630-XX	W37410	0,05	16,00–16,75	4,5–5,0	0,75	0,15–0,30	0,25–0,75	0,75	0,04	0,03	...	3,25–4,00	...
E16-8-2-XX	W36810	0,10	14,5–16,5	7,5–9,5	1,0–2,0	...	0,5–2,5	0,60	0,03	0,03	...	0,75	...
E2209-XX	W39209	0,04	21,5–23,5	8,5–10,5	2,5–3,5	...	0,5–2,0	1,00	0,04	0,03	0,08–0,20	0,75	...
E2553-XX	W39553	0,06	24,0–27,0	6,5–8,5	2,9–3,9	...	0,5–1,5	1,00	0,04	0,03	0,10–0,25	1,5–2,5	...
E2593-XX	W39593	0,04	24,0–27,0	8,5–10,5	2,9–3,9	...	0,5–1,5	1,00	0,04	0,03	0,08–0,25	1,5–3,0	...
E2594-XX	W39594	0,04	24,0–27,0	8,0–10,5	3,5–4,5	...	0,5–2,0	1,00	0,04	0,03	0,20–0,30	0,75	...
E2595-XX	W39595	0,04	24,0–27,0	8,0–10,5	2,5–4,5	...	2,5	1,2	0,03	0,025	0,20–0,30	0,4–1,5	W = 0,4–1,0
E3155-XX	W73155	0,10	20,0–22,5	19,0–21,0	2,5–3,5	0,75–1,25	1,0–2,5	1,00	0,04	0,03	...	0,75	Co = 18,5–21,0 W = 2,0–3,0
E33-31-XX	W33310	0,03	31,0–35,0	30,0–32,0	1,0–2,0	...	2,5–4,0	0,9	0,02	0,01	0,3–0,5	0,4–0,8	...

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (A) Анализ следует проводить для элементов, заданные значения для которых указаны в этой таблице. Однако, если при этом будет обнаружено присутствие других элементов, следует провести дополнительный анализ, чтобы удостовериться, что суммарное содержание этих других элементов не превышает 0,5 %.
- (B) Единственные значения являются максимальными.
- (C) Обозначение -XX может соответствовать -15, -16, -17 или -26. Пояснения см. в п. A8 приложения A.
- (D) ASTM DS-56H/SAE HS-1086, *Металлы и сплавы в единой системе нумерации*.
- (E) E308LMo-XX и E309LMo-XX ранее назывались E308MoL-XX и E309MoL-XX, соответственно.
- (F) E309Nb-XX и E310Nb-XX ранее назывались E309Cb-XX и E310Cb-XX. Изменение было произведено для соответствия всеобщему обозначению элемента ниобия.

ТАБЛИЦА 2
ТИП СВАРОЧНОГО ТОКА И ПОЗИЦИЯ ПРИ СВАРКЕ

Классификация AWS ^(A)	Сварочный ток ^(B)	Позиция при сварке ^(C)
EXXX(X)-15	ПТЭП	Все ^d
EXXX(X)-16	переменный ток или ПТЭП	Все ^d
EXXX(X)-17	переменный ток или ПТЭП	Все ^d
EXXX(X)-26	переменный ток или ПТЭП	Н, Г

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (A) Расшифровку обозначений позиции при сварке см. в разделе A8, "Классификация по применимости".
- (B) ПТЭП = сварка постоянным током при положительной полярности электрода (обратная полярность).
- (C) Сокращения Г и Н обозначают следующие позиции при сварке (рис. 3):
Н = нижняя
Г = горизонтальная
- (D) Электроды диаметром $\frac{3}{16}$ дюйма [4,8 мм] и более не рекомендуются для сварки во всех позициях.

ТАБЛИЦА 3
ПРИМЕРЫ ВОЗМОЖНОЙ ДВОЙНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
ЭЛЕКТРОДОВ И ПРЕДЛОЖЕННАЯ МАРКИРОВКА

Первичная классификация	Альтернативная классификация	Предложенная маркировка электродов ^(A)
E308L-XX	E308-XX	E308/E308L-XX
E308H-XX	E308-XX	E308/E308H-XX
E316L-XX	E316-XX	E316/E316L-XX

ПРИМЕЧАНИЕ:

- (A) Данная предложенная сокращенная маркировка разрешена только на электроде (букву Е можно пропустить). Обозначения всех классификаций на всех упаковках, упаковочных этикетках и сертификатах должны быть полными.

(с) Угловой сварной шов на рис. 3 для определения эксплуатационной пригодности электрода.

По выбору, образец для химического анализа может быть отобран в зоне сужения разрушенного образца, использованного для испытания на разрыв, или в соответствующем месте (или в любом месте над ним) наплавленного металла сварного шва с разделкой кромок (рис.2), или из наплавленного слоя, используемого для определения феррита (рис. A1), таким образом, избегая необходимости наложения наплавленного слоя. В спорных случаях наплавленный слой согласно рис.1 применяется как арбитражный метод.

9.2 Подготовка каждого опытного сварного узла должна проводиться в соответствии с пп. 9.3, 9.4 и 9.5. Основной металл для каждого образца должен отвечать следующим требованиям или их эквивалентам:

9.2.1 Для химического анализа всех классов электродов, за исключением E308L, E308LМо, E309L, E309LМо, E316L, E316LMn, E317L, E320LR, E383, E385, E630, E2209, E2593, E2594, E2595 и E33-31 основным металлом должна быть сталь (углеродистая, легированная, нержавеющая или сварочное железо) с содержанием углерода не более 0,25 %. Для химического анализа данных классов электродов из низкоуглеродистых сталей основным металлом должна быть сталь с максимальным содержанием углерода 0,03 %. Другие стали с содержанием углерода не более 0,25 % могут применяться с дополнительными ограничениями, указанными в п. 10.6.

9.2.2 Для испытания на разрыв и радиографического контроля цельносварного металла, должна использоваться сталь, близкая по составу и одна из следующих типов:

(a) Для классификаций E4XX и E630 – типы 410, 430A или 430B

(b) Для всех остальных классификаций – типы 304 или 304L.

Дополнительно, сталь может соответствовать одной из следующих классификаций или их эквивалентам, при условии, что два наплавленных слоя присадочного металла, как показано на рис. 2A, наплавлены узкими валиками с помощью электродов такой же классификации, которые проходят классификацию в данный момент: ASTM A 285, ASTM A 36 или ASTM A 515.

9.2.3 Для испытания углового шва сталь, используемая в качестве основного металла, должна отвечать следующим техническим условиям:

(a) Для классификаций E4XX и E630 — ASTM A 240, тип 410 или тип 430 A или B

(b) Для всех остальных классификаций — ASTM A 240, тип 304 или тип 304L.

9.3 Наплавленная поверхность. Наплавленная поверхность должна быть подготовлена в соответствии с рис. 1, кроме случаев, когда используется одна из альтернатив, указанная в п. 9.1 (взятие образца из другого поврежденного образца для испытания на разрыв или из соответствующего участка, или любого участка над этим участком из присадочного металла шва с разделкой кромок (рис. 2), или из присадочного металла, используемого для определения содержания ферритов на рис. A.1). Основной металл подходящего размера и типа, указанного в п. 9.2.1, должен использоваться в качестве основы для наплавленной поверхности. Поверхность металла основы, на которую наносится сварочный металл, должна быть чистой. Наплавка должна вариться в нижней позиции, используя рабочую длину дуги и ток, условия применения которого оговорены поставщиком и покупателем. Многослойная наплавка производится для получения неразбавленного металла. Температура предварительного нагрева должна быть не меньше 60 °F [15 °C]. После нанесения каждого слоя, образец охлаждается в воде (температура не имеет значения) в течение приблизительно 30 секунд. Шлаки должны удаляться после каждого прохода. Завершенная наплавленная поверхность должна соответствовать рис. 1 для электродов каждого размера. Испытание узла должно проводиться согласно секции 10, Химический анализ.

9.4 Испытания сварного шва с разделкой кромок для определения механических свойств и наличия дефектов

9.4.1 Опытная сборка должна быть подготовлена и сварена в соответствии с пп. 9.4.1.1, 9.4.1.2, рис. 2, и данными колонок "Испытание сварного шва на разрыв" и/или "Радиографические испытания" в таблице 4, используя основной металл соответствующего типа, как указано в п. 9.2.2. Температура предварительного нагрева и между проходами должна соответствовать указаниям таблицы 5.

ТАБЛИЦА 4
ИСПЫТАНИЯ, ТРЕБУЕМЫЕ ДЛЯ
КЛАССИФИКАЦИИ

Классификация	Диаметр электрода		Тип тока ^(B, C)	Позиция при сварке ^(A)			
	дюймы	мм		Химический анализ	Радиографический контроль	Испытание на разрыв образца цельносварного металла	Испытание углового шва
EXXX(X)-15	1/16	1,6	ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-15	5/64	2,0	ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не
EXXX(X)-15	3/32	2,4	ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не
EXXX(X)-15		2,5	ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не
EXXX(X)-15	1/8	3,2	ПТЭП	Н	Н	Н	Г, В, П
EXXX(X)-15	5/32	4,0	ПТЭП	Н	Н	Н	Г, В, П
EXXX(X)-15	3/16	4,8	ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-15		5,0	ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-15	7/32	5,6	ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-15		6,0	ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-15	1/4	6,4	ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-16, -17	1/16	1,6	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-16, -17	5/64	2,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-16, -17	3/32	2,4	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-16, -17		2,5	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-16, -17	1/8	3,2	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г, В, П
EXXX(X)-16, -17	5/32	4,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г, В, П
EXXX(X)-16, -17	3/16	4,8	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-16, -17		5,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-16, -17	7/32	5,6	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-16, -17		6,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-16, -17	1/4	6,4	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-26	1/16	1,6	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-26	5/64	2,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-26	3/32	2,4	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-26		2,5	переменный ток и ПТЭП	Н	Не требуется	Не требуется	Не требуется
EXXX(X)-26	1/8	3,2	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-26	5/32	4,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-26	3/16	4,8	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-26		5,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-26	7/32	5,6	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-26		6,0	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г
EXXX(X)-26	1/4	6,4	переменный ток и ПТЭП	Н	Н	Н	Г

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Сокращения Н(F), Г(H), П(OH) и В(V) обозначают следующие позиции при сварке (рис. 3):

Н(F) = Нижняя

Г(H) = Горизонтальная

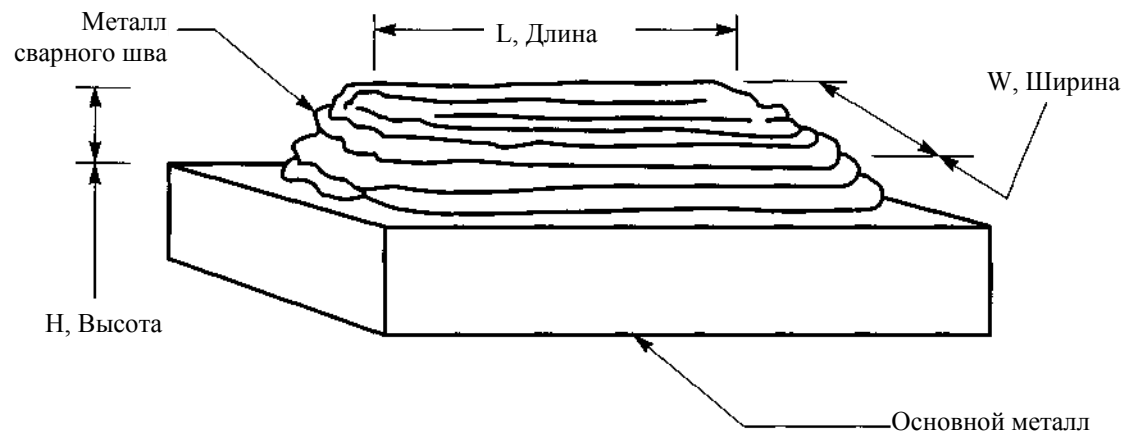
В(V) = Вертикальная

П(OH) = Потолочная.

(B) ПТЭП = сварка постоянным током при положительной полярности электрода (обратная полярность).

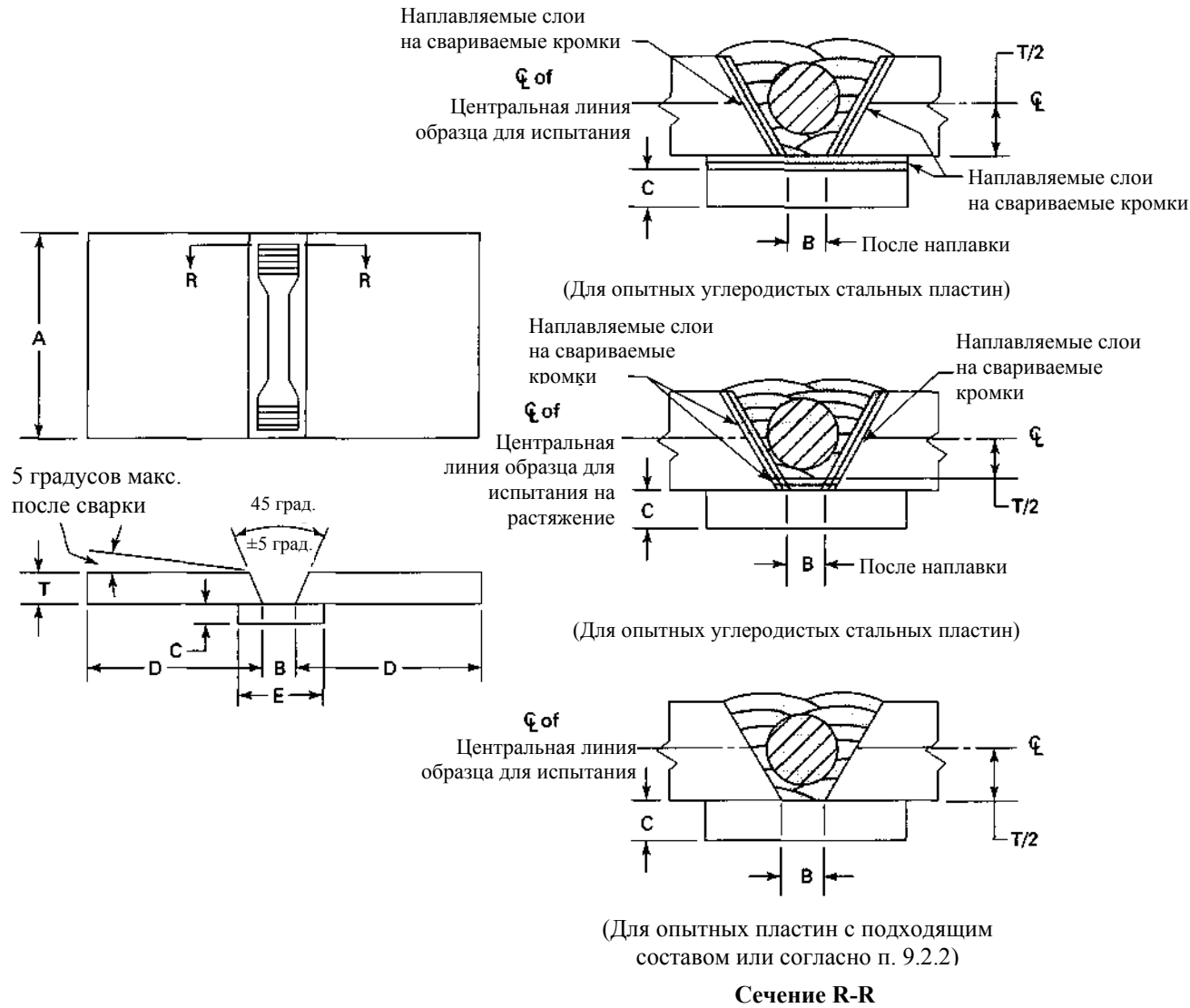
(C) Если указаны постоянный и переменный ток, для классификационного испытания требуется только переменный ток.

РИС. 1 НАПЛАВЛЕННЫЙ СЛОЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ШВА



Размер электрода		Минимальный размер наплавленного слоя						Минимальное расстояние образца от поверхности основного металла	
		L		W		H			
дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
$\frac{1}{16}$	1,6	$1\frac{1}{2}$	38	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{3}{8}$	10
$\frac{5}{64}$	2,0								
$\frac{3}{32}$	2,4								
...	2,5								
$\frac{1}{8}$	3,2	2	50	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{5}{8}$	16	$\frac{1}{2}$	13
$\frac{5}{32}$	4,0								
$\frac{3}{16}$	4,8								
...	5,0								
$\frac{7}{32}$	5,6	$2\frac{1}{2}$	64	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{3}{4}$	19	$\frac{5}{8}$	16
...	6,0								
$\frac{1}{4}$	6,4								

РИС. 2 УЗЕЛ ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАЗРЫВ И РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОДОВ РАЗМЕРОМ 1/8 ДЮЙМА (3,2 мм) В ДИАМЕТРЕ И БОЛЕЕ



Диаметр электрода		Размеры испытательного узла					
		T ^(A)	A, минимум ^(B)	B ^(C)	C, минимум	D, минимум	E, минимум
дюймы	1/8	1/2	3 1/2	1/4	3/16	3 1/2	1
мм	3,2	12	90	6,5	5	90	25
дюймы	от 5/32 до 1/4 включительно	3/4	5 1/2	1/2	1/4	3 1/2	1
мм	от 4,0 до 6,4 включительно	20	140	12	6,5	90	25

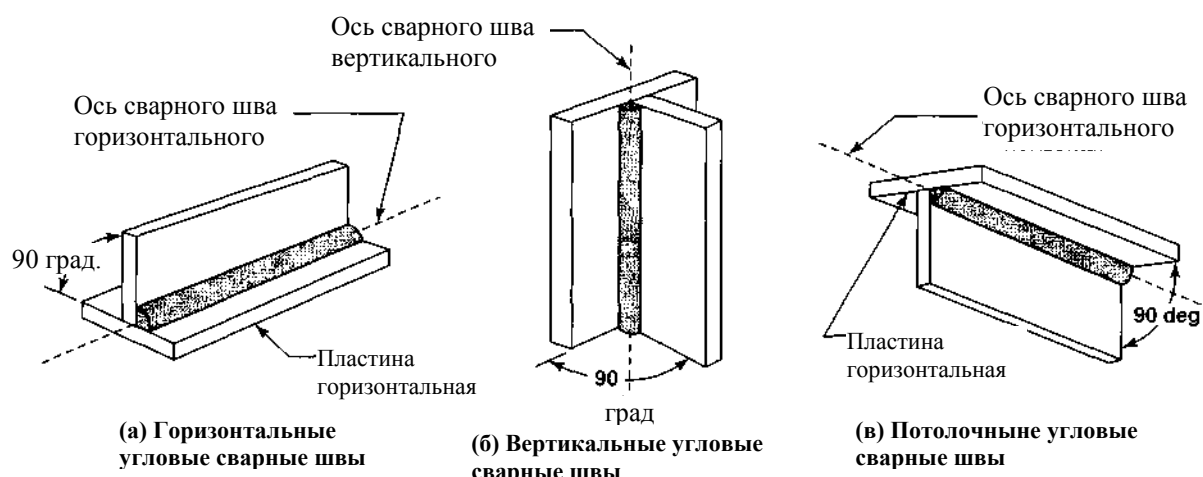
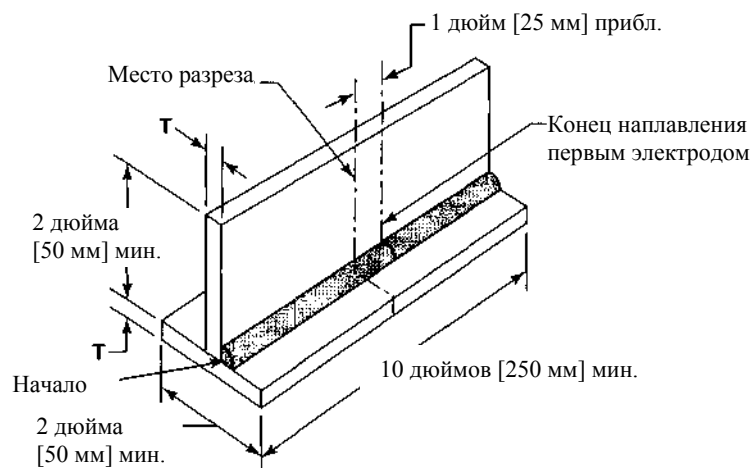
ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Для радиографического испытания может использоваться лист толщиной 1/2 дюйма [12 мм] или 3/4 дюйма [20 мм].

(В) Минимальная длина для радиографического теста должна составлять 8 дюймов [200 мм].

(С) Допуск должен составлять +1/8 дюйма [3 мм], -0.

РИС. 3 ОПЫТНЫЙ УЗЕЛ УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА

**(А) ПОЗИЦИЯ ОПЫТНЫХ ПЛАСТИН ДЛЯ СВАРКИ ОБРАЗЦОВ**

Диаметр электрода		Толщина листа, Т		Позиция при сварке	Максимальный размер углового шва	
дюймы	мм	дюймы	мм		дюймы	мм
$1/8$	3,2	$1/4$	6	В	$1/4$	6,5
				Г и П	$3/16$	5
$1/8^{(A)}$	3,2 ^(A)	$3/8$	10	В	$3/8$	10
				Г и П	$1/4$	6,5
$5/32$	4,0	$3/8$	10	В	$5/16$	8
				Г и П	$1/4$	6,5
$5/32^{(A)}$	4,0 ^(A)	$1/2$	12	В	$1/2$	13
				Г и П	$5/16$	8
$3/16$	4,8 или 5,0	$3/8$	10	Г	$5/16$	8
$7/32$	5,6	$3/8$	10	Г	$3/8$	10
$1/4$	6,0 или 6,4	$3/8$	10	Г	$3/8$	10

ПРИМЕЧАНИЕ:

(А) Только для электродов ЕХХХ-17.

ТАБЛИЦА 5
УСЛОВИЯ СВАРКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ШВА
С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК

Классификация AWS	Температура предварительного нагрева и между проходами			
	Минимум		Максимум	
	°F	°C	°F	°C
E409Nb E410NiMo E430 E430Nb E630	300	150	500	260
E410	400	200	600	315
Все остальные	60	15	300	150

Испытания этого узла описываются в секции 11, Радиографические описания и секции 12, Испытания на разрыв.

9.4.1.1 Пластины должны свариваться в нижней позиции с использованием предварительной установки или прижимов, чтобы возможное коробление не превышало 5 градусов. Опытная пластина, которая покорибилась более чем на 5 градусов, должна быть отбракована. Выпрямление опытных узлов не допускается.

9.4.1.2 Температура опытного узла должна поддерживаться в диапазонах, указанных в таблице 5, перед началом очередного прохода сварки, включая наплавление любого прокладочного слоя, при измерении в узле на расстоянии 1 дюйм [25 мм] от сварного шва в середине длины испытательной пластины. Если после любого прохода сварки максимальная температура, указанная выше, будет превышена, пластины следует остудить на воздухе (но не в воде) до температуры, лежащей в пределах указанного диапазона. Сварной узел следует испытывать непосредственно после сварки или послесварочной термической обработки, как указано в таблице 6.

9.5 Угловой сварной шов

9.5.1 Необходимо выполнить подготовку и сварку опытного узла в соответствии с указаниями рис. 3 с применением соответствующего типа, приведенного в п. 9.2.3. Позиции и условия сварки должны соответствовать указаниям табл. 4 для различных размеров и классификаций электродов. Испытание образца описано в секции 13, Испытания углового сварного шва.

9.5.2 Перед сборкой одна кромка вертикального элемента (ребра) должна быть подготовлена по всей длине, а основание (фланец) должно быть прямолинейным, гладким и чистым. В сборке прилегающие поверхности должны плотно прилегать друг к другу по всей длине соединения.

9.5.3 Однопроходный угловой сварной шов выполняют с одной стороны сварного соединения. Первый электрод должен непрерывно [50 мм]. Затем, при необходимости, для завершения сварного шва по всей длине соединения используют дополнительные электроды, полностью расходуя каждый из них, как

указано выше, насколько это позволяет длина опытного узла.

9.5.4 Сварка в вертикальной позиции должна осуществляться снизу вверх.

10. Химический анализ

10.1 Верхнюю часть наплавки, рассмотренной в п. 9.3 и показанной на рис. 1, необходимо удалить и отбраковать, а образец для анализа следует получить из нижележащего металла с применением необходимых механических средств. Проба не должна содержать шлака.

10.2 Слишком толстый для взятия образца в состоянии непосредственно после сварки наплавленный слой может быть подвергнут отжигу.

10.3 В ином случае, образец можно взять из суженного сечения разрушенного при испытаниях на разрыв образца или с участка сварного шва с разделкой кромок (п. 9.1) с помощью любых механических средств. Образец, полученный из наплавленного слоя, используемого для определения содержания ферритов (A6.9.1–A6.9.4), должен быть взят после наводки штриха или шлифовки, и высота наплавленного слоя над пластиной основного металла должна соответствовать стандартным требованиям для наплавленного слоя (рис. 1).

10.4 Образец необходимо подвергнуть анализу с помощью приемлемых методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 353.

10.5 Результаты анализа должны отвечать требованиям к классификации испытываемых электродов, приведенным в таблице 1.

10.6 Если для электродов с низким содержанием углерода⁸ используется основной металл с содержанием углерода более 0,03 %, образец для испытаний берется из металла над восьмым слоем наплавки.

11. Радиографические испытания

11.1 Если предусмотрено требованиями таблицы 4, сварной шов с разделкой кромок, описанный в п. 9.4 и показанный на рис. 2, необходимо подвергнуть радиографическим испытаниям для оценки бездефектности металла сварного шва. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и сварной шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основной пластины (кроме случаев оговоренных отдельно) или с ровной высотой усиления шва, не превышающей $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм]. Допускается удаление основного металла с обеих сторон опытного образца на $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания. Слой присадочного металла не должен быть удален более чем на $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм] от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации рентгенограмм.

⁸ Электроды с низким содержанием углерода: E308L, E308LMo, E309L, E309LMo, E316L, E316LMn, E317L, E320LR, E383, E385, E630, E2209, E2593, E2594, E2595 и E33-31.

ТАБЛИЦА 6
ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ЦЕЛЬНОСВАРНОГО МЕТАЛЛА

Классификация AWS	Минимальная прочность на разрыв		Минимальное относительное удлинение, %	Термообработка
	тыс. фунтов/кв. дюйм	МПа		
E209-XX	100	690	15	Нет
E219-XX	90	620	15	Нет
E240-XX	100	690	15	Нет
E307-XX	85	590	30	Нет
E308-XX	80	550	35	Нет
E308H-XX	80	550	35	Нет
E308L-XX	75	520	35	Нет
E308Mo-XX	80	550	35	Нет
E308LMo-XX ^(A)	75	520	35	Нет
E309-XX	80	550	30	Нет
E309H-XX	80	550	30	Нет
E309L-XX	75	520	30	Нет
E309Nb-XX ^(A)	80	550	30	Нет
E309Mo-XX	80	550	30	Нет
E309LMo-XX ^(A)	75	520	30	Нет
E310-XX	80	550	30	Нет
E310H-XX	90	620	10	Нет
E310Nb-XX ^(A)	80	550	25	Нет
E310Mo-XX	80	550	30	Нет
E312-XX	95	660	22	Нет
E316-XX	75	520	30	Нет
E316H-XX	75	520	30	Нет
E316L-XX	70	490	30	Нет
E316LMn-XX	80	550	20	Нет
E317-XX	80	550	30	Нет
E317L-XX	75	520	30	Нет
E318-XX	80	550	25	Нет
E320-XX	80	550	30	Нет
E320LR-XX	75	520	30	Нет
E330-XX	75	520	25	Нет
E330H-XX	90	620	10	Нет
E347-XX	75	520	30	Нет
E349-XX	100	690	25	Нет
E383-XX	75	520	30	Нет
E385-XX	75	520	30	Нет
E409Nb-XX	65	450	20	(D)
E410-XX	75	520	20	(B)
E410NiMo-XX	110	760	15	(C)
E430-XX	65	450	20	(D)
E430Nb-XX	65	450	20	(D)
E630-XX	135	930	7	(E)
E16-8-2-XX	80	550	35	Нет
E2209-XX	100	690	20	Нет
E2553-XX	110	760	15	Нет
E2593-XX	110	760	15	Нет
E2594-XX	110	760	15	Нет
E2595-XX	110	760	15	Нет
E3155-XX	100	690	20	Нет
E33-31-XX	105	720	25	Нет

ТАБЛИЦА 6 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ЦЕЛЬНОСВАРНОГО МЕТАЛЛА

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (А) В предыдущей редакции E308LMo-XX, E309LMo-XX, E309Nb-XX и E310Nb-XX обозначались как E308MoL-XX, E309MoL-XX, E309Cb-XX и E310Cb-XX соответственно. Измерения были внесены для соответствия ниобия общепринятому международному обозначению.
- (В) Нагрейте до 1350 – 1400 °F [730 – 760 °C], выдержите 1 ч (-0, +15 мин), снижайте температуру печи со скоростью 200 °F [110 °C] в час до 600 °F [315 °C] и охладите на воздухе до температуры окружающей среды.
- (С) Нагрейте до 1100 – 1150 °F [595 – 620 °C], выдержите 1 ч (-0, +15 мин), охладите на воздухе до температуры окружающей среды.
- (D) Нагрейте до 1400 – 1450 °F [760 – 790 °C], выдержите 2 ч (-0, +15 мин), снижайте температуру печи со скоростью не более 100 °F [55 °C] в час до 1100 °F [595 °C] и охладите на воздухе до температуры окружающей среды.
- (Е) Нагрейте до 1875 – 1925 °F [1025 – 1050 °C], выдержите 1 ч (-0, +15 мин), охладите на воздухе до температуры окружающей среды, а затем произведите дисперсионное твердение при температуре 1135 – 1165 °F [610 – 630 °C], выдержите 4 ч (-0, +15 мин), и охладите до температуры окружающей среды.

11.2 Радиографические испытания сварного шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 1032. Должен использоваться уровень качества контроля 2-2Т.

11.3 Металл сварного шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки не выявляют:

- (a) трещин, непроваров и неполного проникновения.
- (b) отсутствие шлака в указанных пределах:

(1) на любом отрезке 6 дюймов [150 мм] опытного сварного узла толщиной $\frac{1}{2}$ дюйма [12 мм] отсутствие отдельных включений шлака длиннее $\frac{7}{32}$ дюйма [5,6 мм] и максимальной длины $\frac{7}{16}$ дюйма [11 мм] для всех включений шлака.

(2) на любом отрезке 6 дюймов [150 мм] опытного сварного узла толщиной $\frac{3}{4}$ дюйма [20 мм] отсутствие отдельных включений шлака длиннее $\frac{9}{32}$ дюйма [7,1 мм] и максимальной длины $\frac{15}{32}$ дюйма [12 мм] для всех включений шлака.

При оценке рентгенограммы участки длиной 1 дюйм [25 мм] сварного шва с каждого конца опытного узла не должны приниматься во внимание.

(c) скругленных индикаторных следов, превышающих допустимые, установленные радиографическими эталонами, показанными на рис. 5А или 5В соответственно.

11.3.1 Скругленным индикаторным следом является такой индикаторный след на радиографическом снимке, длина которого не превышает трехкратного значения ширины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь "хвосты". Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая "хвост", если он присутствует. Индикаторный след может указывать на пористость или шлаковые включения.

11.3.2 Если наибольший размер индикаторного следа не превышает $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм], им можно пренебречь. Опытные узлы не отвечают требованиям настоящих технических условий, если индикаторные следы на их радиографических снимках превышают наибольшие допустимые значения, показанные на радиографических эталонах.

12. Испытание на разрыв

Один образец металла сварного шва для испытаний на разрыв, описанный в секции "Испытания на разрыв"

стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M, должен быть получен механической обработкой из сварного шва с разделкой кромок, рассмотренного в п. 9.4 и показанного на рис. 2. Для тестовой пластины толщиной $\frac{1}{2}$ дюйма [12 мм] образец для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0,250 дюйма [6,25 мм]. Для тестовой пластины толщиной $\frac{3}{4}$ дюйма [20 мм] образец для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0,500 дюйма [12,5 мм]. Для тестовых пластин другой толщины номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4:1.

12.1 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в секции "Испытания на разрыв" стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M.

12.2 Результаты испытания на разрыв образца металла сварного шва должны отвечать требованиям, установленным в таблице 6.

13. Испытания углового сварного шва

13.1 Испытание углового сварного шва, если оно требуется согласно таблице 4, должно проводиться в соответствии с п. 9.5 и рис. 3. Вся внешняя поверхность готового углового шва должна быть осмотрена визуально. Сварной шов не должен иметь трещин или других явных дефектов, которые могли бы повлиять на прочность данного шва. После визуального обследования необходимо получить образец поперечного сечения той части сварного шва, которая выполнена первым электродом, приблизительно на расстоянии 1 дюйм [25 мм] от конца валика этого шва, как показано на рис. 3. Поверхность поперечного сечения образца должна быть отполирована, протравлена, а затем исследована согласно требованиям п. 13.2.

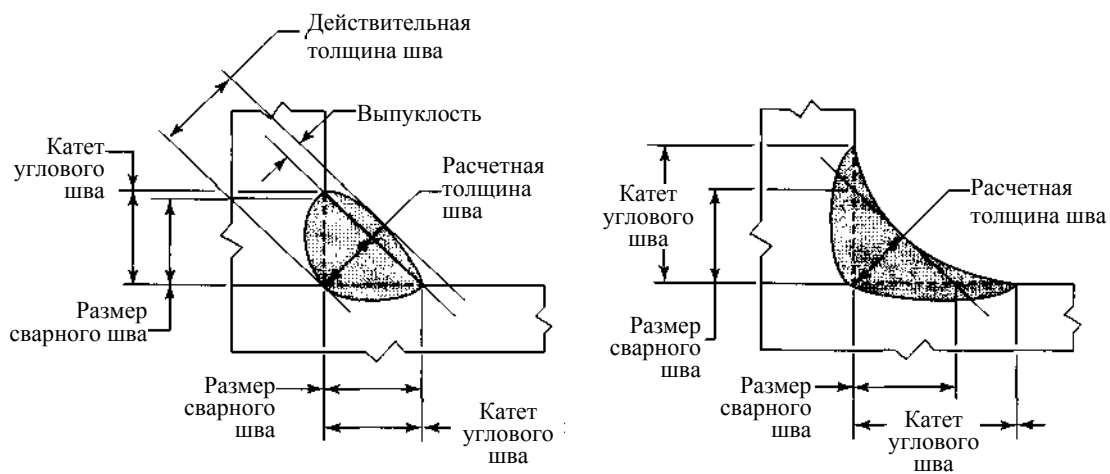
13.2 На подготовленной поверхности должны быть прочерчены линии, как показано на рис. 4, затем непосредственным измерением определяют калибр углового шва, катет и выпуклость шва с точностью до $\frac{1}{64}$ дюйма [0,5 мм].

13.2.1 Угловой сварной шов должен быть полностью проплавлен до корня стыка.

13.2.2 Оба катета углового шва должны быть равны по длине в пределах $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм].

13.2.3 Выпуклость каждого углового шва должна находиться в пределах, показанных на рис. 4.

РИС. 4 ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА



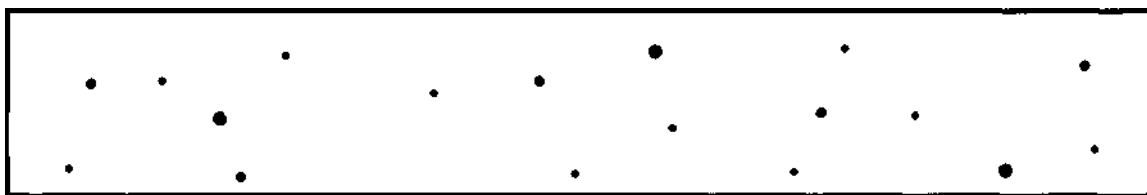
Измеряемый размер углового сварного шва ^(А)		Максимальная выпуклость ^(В)	
дюймы	мм	дюймы	мм
$\frac{1}{8}$	3,0	$\frac{3}{64}$	1,0
$\frac{9}{64}$	3,5	$\frac{3}{64}$	1,0
$\frac{5}{32}$	4,0	$\frac{3}{64}$	1,0
$\frac{11}{64}$	4,5	$\frac{3}{64}$	1,0
$\frac{3}{16}$	5,0	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{13}{64}$	5,0	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{7}{32}$	5,5	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{15}{64}$	6,0	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{1}{4}$	6,5	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{17}{64}$	6,5	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{9}{32}$	7,0	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{19}{64}$	7,5	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{5}{16}$	8,0	$\frac{5}{64}$	2,0
$\frac{21}{64}$	8,5	$\frac{5}{64}$	2,0
$\frac{11}{32}$	8,5	$\frac{5}{64}$	2,0
$\frac{23}{64}$	9,0	$\frac{5}{64}$	2,0
$\frac{3}{8}$	9,5	$\frac{5}{64}$	2,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Размер углового шва равен катету наибольшего вписанного прямоугольного равнобедренного треугольника.

(В) Размер углового шва, выпуклость и длина катетов углового шва должны определяться непосредственным измерением (с точностью до $\frac{1}{64}$ дюйма [0,5 мм]) в плоскости сечения, обозначенного показанными линиями.

РИС. 5А ЭТАЛОНЫ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ - $1/2$ -ДЮЙМОВОЙ ПЛАСТИНЫ



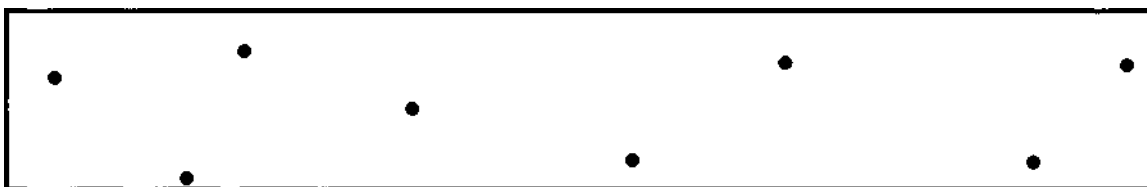
Размер от $1/64$ дюйма (0,4 мм) до $1/16$ дюйма (1,6 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 13 со следующими ограничениями:

Максимальное число крупных следов диаметром или длиной $3/64$ дюйма (1,2 мм) – $1/16$ дюйма (1,6 мм) = 2.

Максимальное число средних индикаторных следов диаметром или длиной $1/32$ дюйма (0,8 мм) – $3/64$ дюйма (1,2 мм) = 4.

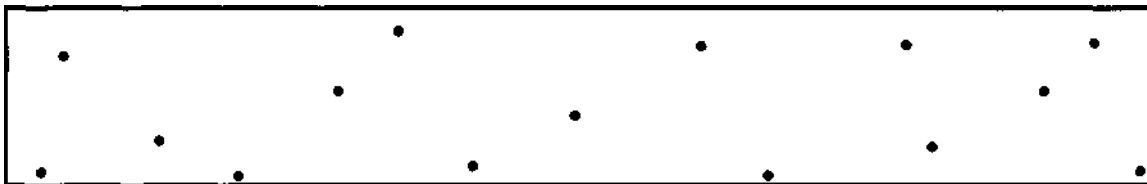
Максимальное число мелких индикаторных следов диаметром или длиной $1/64$ дюйма (0,4 мм) – $1/32$ дюйма (0,8 мм) = 7.

(a) Различные Скругленные Индикаторные Следы



Размер от $3/64$ дюйма (1,2 мм) до $1/16$ дюйма (1,6 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 6.

(b) Крупные Скругленные Индикаторные Следы



Размер от $1/32$ дюйма (0,8 мм) до $3/64$ дюйма (1,2 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 10.

(c) Средние Скругленные Индикаторные Следы

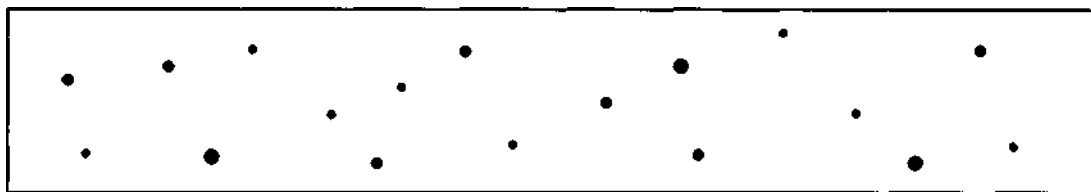


Размер от $1/64$ дюйма (0,4 мм) до $1/32$ дюйма (0,8 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 20.

(d) Мелкие Скругленные Индикаторные Следы

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) При пользовании настоящими стандартами необходимо применять рисунок с наиболее подходящим размером показателей образца, прошедшего радиографический контроль, для определения соответствия настоящим радиографическим стандартам.
- (2) Так как представленные образцы сварных швов были подготовлены в лабораторных условиях для классификации, требования радиографических стандартов для подобных образцов намного строже тех, которые применяются для типичного производства.

РИС. 5В ЭТАЛОНЫ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ –
3/4-ДУЙМОВОЙ ПЛАСТИНЫ

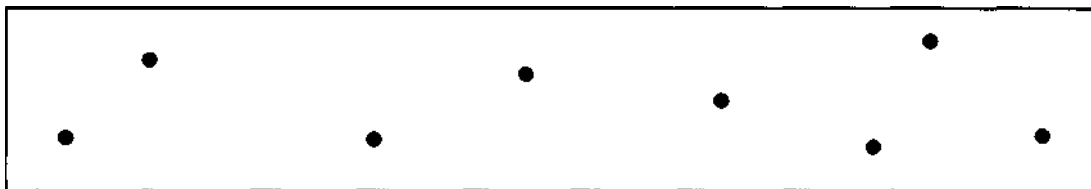
Размер от $1/64$ дюйма (0,4 мм) до $1/16$ дюйма (1,6 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 18 со следующими ограничениями:

Максимальное число крупных следов диаметром или длиной $3/64$ дюйма (1,2 мм) – $1/16$ дюйма (1,6 мм) = 3.

Максимальное число средних индикаторных следов диаметром или длиной $1/32$ дюйма (0,8 мм) – $3/64$ дюйма (1,2 мм) = 5.

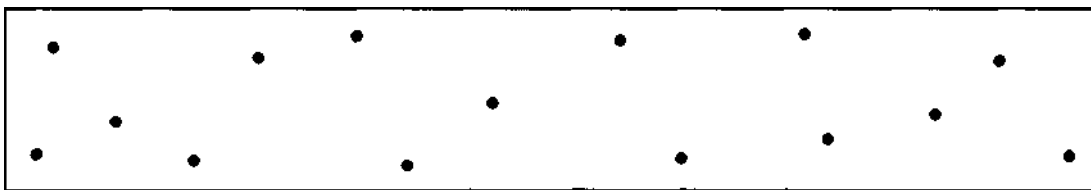
Максимальное число мелких индикаторных следов диаметром или длиной $1/64$ дюйма (0,4 мм) – $1/32$ дюйма (0,8 мм) = 10.

(a) Различные Скругленные Индикаторные Следы



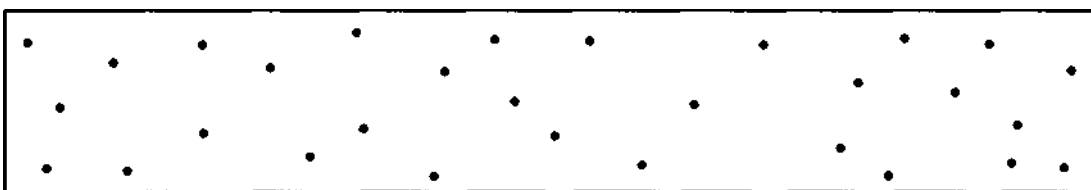
Размер от $3/64$ дюйма (1,2 мм) до $1/16$ дюйма (1,6 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 8.

(b) Крупные Скругленные Индикаторные Следы



Размер от $1/32$ дюйма (0,8 мм) до $3/64$ дюйма (1,2 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 15.

(c) Средние Скругленные Индикаторные Следы



Размер от $1/64$ дюйма (0,4 мм) до $1/32$ дюйма (0,8 мм) по диаметру или по длине. Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) = 30.

(d) Мелкие Скругленные Индикаторные Следы

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) При использовании настоящими стандартами необходимо применять рисунок с наиболее подходящим размером показателей образца, прошедшего радиографический контроль, для определения соответствия настоящим радиографическим стандартам.
- (2) Так как представленные образцы сварных швов были подготовлены в лабораторных условиях для классификации, требования радиографических стандартов для подобных образцов намного строже тех, которые применяются для типичного производства.

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ

Размер электрода (диаметр электродной проволоки) ^(А)		Стандартные длины ^(В, С)	
дюймы	мм	дюймы	мм
$1/16$	1,6	9, 10	225, 250
$5/64$	2,0	9, 10	225, 250
$3/32$	2,4 ^(Е)	9, 10, 12, 14 ^(D)	225, 250, 300, 350 ^(D)
	2,5	9, 10, 12, 14 ^(D)	225, 250, 300, 350 ^(D)
$1/8$	3,2	14, 18 ^(D)	350, 450 ^(D)
$5/32$	4,0	14, 18 ^(D)	350, 450 ^(D)
$3/16$	4,8 ^(Е)	14, 18 ^(D)	350, 450 ^(D)
	5,0	14, 18 ^(D)	350, 450 ^(D)
$7/32$	5,6 ^(Е)	14, 18 ^(D)	350, 450 ^(D)
	6,0	14, 18 ^(D)	350, 450 ^(D)
$1/4$	6,4 ^(Е)	14, 18 ^(D)	350, 450 ^(D)

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (А) Допуск отклонения диаметра электродной проволоки должен быть $\pm 0,002$ дюйма [$\pm 0,05$ мм].
 (В) Допуск по длине должен быть $\pm 1/4$ дюйма [± 6 мм].
 (С) Значения размеров и длин, отличные от указанных в таблице, должны быть согласованы между поставщиком и покупателем.
 (D) Эти значения длины относятся только к электродам типов EXXX-26.
 (Е) Данные размеры не являются стандартными в ISO 544.

13.2.4 Угловой сварной шов не должен иметь признаков растрескивания.

13.2.5 В угловом сварном шве не должно присутствовать подрезов, наплывов, вплавленного шлака и пористости.

14. Метод изготовления

Электроды, классифицируемые в соответствии с данными Техническими условиями, могут быть изготовлены любым методом, позволяющим получить электроды, отвечающие требованиям данных Технических условий.

15. Стандартные размеры

Стандартные размеры (диаметр электродной проволоки), стандартная длина электродов и пределы допустимых отклонений указаны в таблице 7.

16. Электродная проволока и покрытие

16.1 Электродная проволока и покрытие не должны иметь дефектов, препятствующих равномерному распределению металла электрода.

16.2 Электродная проволока и покрытие должны быть настолько концентрическими, чтобы максимальный размер "проволока плюс один слой покрытия" не превышал его минимального значения более чем на:

(а) 7 % среднего размера для диаметров $3/32$ дюйма [2,5 мм] и менее;

(б) 5 % среднего размера для диаметров $1/8$ дюйма [3,2 мм] и $5/32$ дюйма [4,0 мм]

(в) 4 % среднего размера для диаметров $3/16$ дюйма [4,8 мм] и более.

Концентричность может быть измерена любым подходящим способом.

17. Проволока, подвергнутая воздействию

17.1 Зажимной конец каждого электрода должен быть свободен от покрытия на расстоянии не менее $1/2$ дюйма [12 мм] и не более чем $1 1/4$ дюйма [30 мм] для электродов диаметром $5/32$ дюйма [4,0 мм] и менее; и не менее чем $3/4$ дюйма [19 мм], и не более чем $1 1/2$ дюйма [38 мм] для электродов большего диаметра для обеспечения электрического контакта с держателем.

17.2 Дуговой конец каждого электрода должен быть оголен, а покрытие сужаться к концу, чтобы обеспечить легкий пуск дуги. Длина оголенного участка (измеренная от конца электродной проволоки до участка, где достигнуто полное поперечное сечение покрытия) не должна превышать меньшее из значений: $1/8$ дюйма [3 мм] или диаметр электродной проволоки. Электроды с зачищенным покрытием на дуговом конце, оголенные не более, чем на меньшее из значений $1/4$ дюйма [6 мм] или удвоенный диаметр электродной проволоки, отвечают требованиям настоящих технических условий, при условии, что зачистка не оголяет более 50 % окружности проволоки.

18. Маркировка электродов

Все электроды должны быть маркированы следующим образом:

18.1 На покрытие должен быть нанесен, по крайней мере, один четкий отпечаток классификации электродов на расстоянии $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] от зажимного конца электрода. Приставка в виде буквы "E" в классификации электрода может быть опущена при маркировке.

18.2 Цифры и буквы оттиска должны быть выполнены прямым жирным шрифтом такого размера, чтобы обозначение легко читалось.

18.3 Чернила, используемые для нанесения изображения, должны обеспечивать достаточный контраст с покрытием электрода так, чтобы при обычном использовании цифры и буквы были разборчивыми до и после сварки.

19. Упаковка

19.1 Электроды должны быть упакованы так, чтобы предотвратить их повреждение при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

19.2 Стандартный вес упаковки должен согласовываться между поставщиком и покупателем.

20. Маркировка упаковки

20.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчива нанесена маркировка со следующей информацией об изделии (как минимум):

- (a) Технические условия AWS и обозначение классификации (год выпуска может быть опущен),
- (b) наименование и торговая марка поставщика,
- (c) размер и вес нетто,
- (d) номер партии, контроля или плавки.

20.2 Информация о мерах предосторожности⁹, представленная в последнем издании ANSI Z49.1 (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁹ Типовые предупреждающие обозначения приведены в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А (Информативное)

Руководство к техническим условиям AWS для электродов из нержавеющей стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом

(Данное приложение не является частью стандарта AWS A5.4/A5.4M:2006, *Электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки. Технические условия*, и включено только для информации).

A1. Введение

Целью настоящего руководства является связь классификации электродов с их предназначенным применением, с тем, чтобы данные технические условия могли использоваться более эффективно. Ссылка на соответствующие технические условия на основные металлы дается всегда, где это возможно и полезно. Такие ссылки даются только в качестве примеров, а не в виде полного перечня материалов, для которых пригоден каждый присадочный металл.

A2. Система классификации

2.1 Система обозначения классификации электродов, принятая в настоящих технических условиях, соответствует стандартной схеме, принятой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Буква "E" в начале каждого обозначения в классификации указывает на возможность использования присадочного металла в качестве электрода. Первые три цифры обозначают классификацию по составу. (Иногда ставится другое количество цифр, с последующим буквенным обозначением для указания особого состава). Последние две цифры обозначают классификацию по пригодности к применению с учетом позиции при сварке и типа сварочного тока, как описано в п. A8. Электроды меньших размеров классов EXXX(X)-15, EXXX(X)-16 или EXXX(X)-17, до размера $\frac{5}{32}$ дюйма [40 мм] включительно, описанные в данных технических условиях используются при сварке во всех позициях.

A2.1.1 Механические тесты измеряют прочность и пластичность. При коррозионном и высокотемпературном применении, где может не быть требований к грузоподъемности и удерживанию давления, механические свойства имеют меньшее значение, чем коррозионные и жаропрочные свойства. Однако требования к проверке на механическую прочность гарантируют отсутствие трещин в металле сварочного шва, таких как волосная трещина, дендритная (внутрикристаллическая) ликвация, наличие которых может привести к сбою в эксплуатации.

A2.1.2 Очевидно, что для определенного применения могут быть необходимы дополнительные тесты. В таких случаях, по соглашению между поставщиком и заказчиком, могут потребоваться дополнительные испытания, чтобы определить специфические свойства, такие как коррозионная

стойкость, окалиностойкость, прочность при повышенных температурах (см. A9).

A2.2 Запрос о введении новой классификации

(a) Если новая классификация, отличная от описанных в данных технических условиях, приобретает коммерческое значение, изготовитель или пользователь вправе потребовать введения новой классификации с последующим включением в данные технические условия.

(b) Запрос на введение нового класса присадочного металла должен быть подан в письменной форме и должен быть достаточно подробным, чтобы Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам или Подкомитет по присадочным металлам из нержавеющей стали могли определить, является ли целесообразным введение нового класса или следует модифицировать существующую классификацию, и является ли любое из этих решений необходимым для того, чтобы удовлетворить потребность. В частности, запрос должен включать:

(1) Все требования к классификации, как к уже существующим классификациям, такие как химический состав, требования к механическим свойствам и требования к испытаниям на эксплуатационную готовность.

(2) Все условия для проведения тестов с целью продемонстрировать соответствие продукции требованиям классификации (например, достаточно указать, что условия сварки такие же, как и для других классификаций).

(3) Информацию по Описанию и Использованию, которая аналогична подобной информации для существующих классификаций, для соответствующей секции данного Приложения.

Запрос по новой классификации будет неполным без указанной информации. Секретарь будет вынужден вернуть запрос его подателю для внесения дополнений.

(c) Запрос посылается в секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, находящийся в головном офисе AWS. По получении запроса, секретариат предпримет следующие шаги:

(1) присваивает запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать в себя дату получения запроса

(2) подтверждает получение запроса и передает идентификационный номер лицу, сделавшему запрос

(3) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю подкомитета по присадочным металлам из нержавеющей стали

(4) подшивает оригинал запроса в архив

(5) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе

(d) Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. В случае задержки более чем на 12 месяцев, секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателю Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по истечении 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и секретарь докладывает о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия на контроль.

(e) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня для каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества по сварке.

A2.3 Международная Система Классификации. Таблица A.1 показывает классификацию присадочных материалов согласно ISO 3581:2003, соответствующих им в данной спецификации. В соответствии с общей системой принятой во многих спецификациях ISO, начальная буква "E" обозначает электрод с покрытием, а буква "S" систему сплавов. Последующие обозначения следуют системе Американского общества специалистов по сварке. Эта система обращается к классификациям согласно ISO 3581B. Обозначения используемые в Европе для близко соответствующих классификаций ISO 3581A представлены в таблице A.1.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материалов, поставляемых в соответствии с данными техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку, согласно положениям стандарта AWS A5.01. В случае отсутствия такого указания в заказе на поставку, поставщик может провести при поставке материала те испытания, которые он обычно проводит для материала данной классификации, согласно плану F, таблица 1, стандарт AWS A5.01. Проведение испытаний в соответствии с каким-либо другим планом, не указанным в данной таблице, должно быть специально оговорено в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4. Сертификация

Сам факт размещения обозначений классификации AWS и технических условий на упаковке, содержащей

ТАБЛИЦА A.1
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ В
СТАНДАРТЕ ISO 3581:2003

AWS A5.4/A5.4M	ISO 3581A	ISO 3581B
E209	...	ES209
E219	...	ES219
E240	...	ES240
E307	E18 9 Mn Mo	ES307
E308	E19 9	ES308
E308H	E19 9 H	ES308H
E308L	E19 9 L	ES308L
E308Mo	E20 10 3	ES308Mo
E308LMo	...	ES308LMo
E309	E22 12	ES309
E309H	...	ES309H
E309L	E22 12 L	ES309L
E309Nb	E23 12 Nb	ES309Nb
E309Mo	...	ES309Mo
E309LMo	E23 12 L	ES309LMo
E310	E25 20	ES310
E310H	E25 20H	ES310H
E310Nb	...	ES310Nb
E310Mo	...	ES310Mo
E312	E29 9	ES312
E316	E19 12 2	ES316
E316H	...	ES316H
E316L	E19 12 3 L	ES316L
E316LMn	E20 16 3 Mn N L	ES316LMn
E317	...	ES317
E317L	...	ES317L
E318	E19 2 3 Nb	ES318
E320	...	ES320
E320LR	...	ES320LR
E330	E18 36	ES330
E330H	...	ES330H
E347	E19 9 Nb	ES347
E349	...	ES349
E409Nb	...	ES409Nb
E410	E13	ES410
E410NiMo	E13 4	ES410NiMo
E430	E17	ES430
E430Nb	...	ES430Nb
E630	...	ES630
E16-8-2	E16 8 2	ES16-8-2
E2209	E22 9 3 N L	ES2209
E2553	...	ES2553
E2593	E25 9 3 Cu N L	...
E2594	E25 9 4 Cu N L	...
E2595	...	...
E3155	...	...
E33-31	...	...

изделие, или на самом изделии свидетельствует о проведении поставщиком (изготовителем) сертификации, удостоверяющей, что изделие соответствует всем требованиям технических условий. Единственное требование к испытаниям, подразумеваемое при этой сертификации, заключается в том, что изготовитель, действительно, провел испытания, требуемые согласно техническим условиям, на представительной выборке материала из поставляемой партии, и что этот материал удовлетворяет требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая производственная партия материала данной классификации и того же состава. "Сертификация" не имеет в виду проведение каких-либо испытаний обязательно на

образцах конкретного поставляемого материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. В основе сертификации, требуемой согласно данным техническим условиям, лежат классификационные испытания "представительной выборки", упомянутой выше, и "Система обеспечения качества изготовителя" в стандарте AWS A5.01. *Присадочные металлы. Руководство к поставке.*

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое внимание уделяется высоте потолка)
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении
- (c) скорость выделения дымов, газов или пыли в зависимости от используемых материалов и сварочных процессов
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам по мере их выделения в зоне сварки, а также к газам и пыли в помещении, где производится сварка
- (e) вентиляция помещения, где производится сварка.

A5.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и других смежных процессах* (опубликованный Американским обществом по сварке), посвящен вопросам, касающимся вентиляции, которая требуется во время сварки; за подробной информацией следует обращаться к этому стандарту. В частности, заслуживает внимания раздел этого документа, касающийся вентиляции.

A6. Феррит в покрытиях, полученных наплавкой с помощью дуговой сварки

A6.1 Известно, что феррит очень полезен для сокращения тенденции растрескивания и прочности металла шва, однако, это не является необходимым. Миллионы фунтов вполне аустенитного металла шва, использовались годами и отвечали эксплуатационным характеристикам. Обычно феррит полезен в случае крупногабаритных соединений, которые находятся в условиях защемления, а трещины и волосовины оказывают вредное влияние на рабочие характеристики. Феррит повышает уровень прочности шва. Феррит может оказывать неблагоприятное воздействие на коррозионную стойкость, в некоторых условиях. Его также, как правило, считают неблагоприятным для жесткости в криогенной эксплуатации, и в эксплуатации при высоких температурах, что может привести к фазе хрупкой сигмы.

A6.2 Феррит может измеряться на относительном масштабе посредством различных магнитных инструментов. Однако, работа Подкомитета по Сварке Нержавеющей Стали Комитета Высоколегированных Сплавов Совета Сварочных Исследований установила что отсутствие процедуры аттестации образцового средства измерения привело к очень широкому разбросу данных по данному образцу при измерении различными лабораториями.

Образец, содержащий приблизительно 5 % феррита, по данным собранным со всех лабораторий, некоторыми был измерен как содержащий лишь 3,5 %, а другими как содержащий вплоть до 8 %. При среднем содержании 10 %, разброс составил от 7 до 16 %.

Чтобы в значительной степени редуцировать проблему Подкомитет Совета Сварочных Исследований опубликовал 1 июля 1972 г. *Метод Поверки Инструментов Измерения Содержания Дельта Феррита в Аустенитном Металле Шва Нержавеющей Стали*¹⁰. В 1974 г. Американская Сварочная Ассоциация продолжила эту процедуру и подготовила AWS A4.2, *Стандартная Процедура Калибровки Магнитных Инструментов для Измерения Содержания Дельта Феррита в Аустенитном Стальном Металле Шва*. Все инструменты AWS, используемые для измерения содержания феррита, классифицировали нержавеющие электроды как соответствующие стандарту AWS.

A6.3 Подкомитет Совета Сварочных Исследований также принял термин *Количество Феррита* (КФ) для использования вместо процентного содержания феррита, чтобы четко обозначить, что измерительный инструмент был калиброван согласно процедуре Совета Сварочных Исследований. Количество Феррита до 10, считается равным 10 процентному содержанию феррита – термину использовавшемуся ранее. Оно (Количество Феррита) представляет собой баланс между практикой использования процентного содержания феррита в промышленности США и в мире. Посредством использования стандарта процедур калибровки, различия в данных благодаря калибровке инструментов предположительно будут снижены до около ± 5 процентов, или максимально до ± 10 процентов измеряемого количества феррита.

A6.4 По мнению Подкомитета Совета Сварочных Исследований, до настоящего времени было невозможно безошибочно определить точное содержание феррита в металле шва.

A6.5 Даже на неразбавленных наплавленных слоях ожидаются колебания феррита от слоя к слою в результате незначительных изменений параметров сварки и измерения. В большой группе наплавленных слоев, выполненных при стабильной температуре нагрева, стандартном наплавлении сварного слоя и подготовительной процедуре, два показателя сигмы выявляют, что ожидаемый диапазон колебания в 95 процентах испытаний составляет приблизительно $\pm 2,2$ КФ при количестве феррита 8 КФ. При ином наплавлении сварного слоя и процедуре подготовки колебания возрастут.

A6.6 Даже большие колебания возможны, если технология сварки допускает избыточный захват азота, в этом случае содержание феррита может быть намного ниже, чем должно быть. Высокий уровень захвата азота может вызвать падение типичного 8 КФ покрытия до 0 КФ. 0,10 %-ный захват азота как правило снизит КФ до 8.

¹⁰ Документы Совета Сварочных Исследований (WRC) опубликованы Welding Research Council, P.O. Box 201547, Shaker Heights, OH 44120.

A6.7 Материалы покрытия имеют тенденцию быть более химически сбалансированными, иметь, в сущности, более низкое содержание феррита, чем соответствующие металлы шва. Металл шва разведенный с металлом покрытия, как правило, будет иметь немного меньшее содержание феррита, чем неразбавленный металл шва, хотя это может варьироваться в зависимости от степени разбавления и состава основного металла.

A6.8 В E3XX классификациях многие типы, такие как E310, E310Mo, E310Nb, E316LMn, E320, E320LR, E330, E383, E385, и E3155, и E31-33 – полностью аустенитны. Группа E316 может быть изготовлена с низким содержанием или отсутствием феррита, и в основном используется в этом виде, из-за лучшей коррозионной стойкости в определенной среде. Она также может быть получена в более высокой по содержанию феррита форме, обычно превышающей 4КФ. Многие из других E3XX классификаций, могут иметь версии с низким содержанием феррита, но практика промышленного использования феррита включает, как правило, контроль феррита свыше 4КФ. Из-за ограничения состава этих марок и различных ограничений производства большинство серий будут менее 10КФ и вряд ли превысят 15КФ, E308LMo и E309L могут иметь уровень феррита свыше 15КФ. E168-2 как правило зафиксирована на низком ферритном уровне, ниже 5КФ; E309LMo, E312, E2209, E2553, E2593, и E2594, и E2595 в основном имеют довольно высокий уровень феррита, обычно свыше 20КФ.

A6.9 При необходимости измерения содержания феррита рекомендована следующая процедура для минимизации изменений в измеряемом содержании феррита и во избежание ложных низких и ложных высоких показателей.

A6.9.1 Наплавленные сварные слои как показано на рис. А. 1 изготовлены как описано в пунктах A6.9.2–A6.9.4. Основное покрытие должно быть 301, 302 или 304 типа, соответствующее Спецификациям А 167 или А 240 Американского общества по испытанию материалов. Углеродистая сталь может быть использована при условии, что наплавленный сварной слой не превышает минимальную высоту обозначенную в A6.9.2.

A6.9.2 Наплавленный сварной слой должен быть наварен между двумя медными брусками, размещенными параллельно на основной пластине, размещающие одиночные сварные швы, один поверх другого до минимальной высоты $\frac{1}{2}$ дюйма [13 мм]. Зазор между медными брусками на размер испытываемого электрода должен быть, как указано на рис. А.1. Факультативное сварочное приспособление показано на рис. А.2. Если углеродистая сталь используется в качестве основного покрытия, наплавленный сварной слой должен быть минимальной высоты $\frac{5}{8}$ дюйма [16 мм].

A6.9.3 Типичные сварочные токи, используемые для этого размера испытываемого электрода, показаны на рис. А. 1. Дуга должна быть как можно более короткой. Сварные швы могут наноситься поперечными колебаниями, чтобы заполнить пространство между медными брусками. Дуга не должна бить в медные брусья. Начало и завершение сварки должны происходить на концах утолщения шва. Каждый проход должен быть завершен перед нанесением следующего сварного шва. Максимальная температура прохода не должна превышать 200 °F [95°C]. Направление сварки необходимо изменять от прохода к проходу. Шов должен охлаждаться закаливанием в воде, не раньше чем через 20 секунд после завершения каждого прохода. Последний проход сначала

должен быть охлажден воздухом до температуры ниже 800 °F [430 °C], перед закаливанием в воде.

A6.9.4 Завершенный наплавленный сварной слой, когда ожидаемый феррит составляет 30КФ или менее, необходимо выполнить наводку штриха, чтобы получить достаточно законченную поверхность, чтобы получить необходимые ферритные показатели. Наводка штриха должна быть выполнена четырнадцатидюймовым [360 мм] большим драчевым напильником, который удерживается по обоим сторонам сварки, чтобы горизонтальная ось напильника была перпендикулярна горизонтальной оси сварного шва. (Другие методы подготовки поверхности как выяснилось ведут к усложнению работы и/или перегреву, что ведет к неверным измерениям). Напильники должны быть либо новыми, либо использованными только при работе с аустенитной нержавеющей сталью. Заточка напильником должна быть завершена скользящими, наводящими штрих ударами (только в одном направлении) по длине шва с силой надавливая вниз. Перекрестная зачистка, т. е. зачистка в двух разных направлениях недопустима. Законченная поверхность должна быть гладкой, все следы ряби на сварном шве должны быть устранены, должна быть продолжительной по длине, где будут производиться измерения. Ширина подготовленной поверхности должна быть не менее чем $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм]. Для ожидаемого уровня ферритов свыше 30КФ, поверхность должна быть отшлифована очень мелкими абразивными материалами зернистостью до 600 или более мелкой фракции. Во время шлифовки необходимо принять меры, во избежание перегрева или обгорания. Завершенный наплавленный сварной слой должен иметь поверхность, подготовленную таким образом, чтобы она была гладкой, все следы ряби на сварном шве должны быть устранены, поверхность должна быть равномерной по длине, где будут производиться измерения. Это может быть достигнуто любыми средствами, при условии, что поверхность не перегревается во время цикла технологической обработки (чрезмерное нагревание может повлиять на окончательные ферритные показатели). Ширина подготовленной поверхности должна быть не менее $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм].

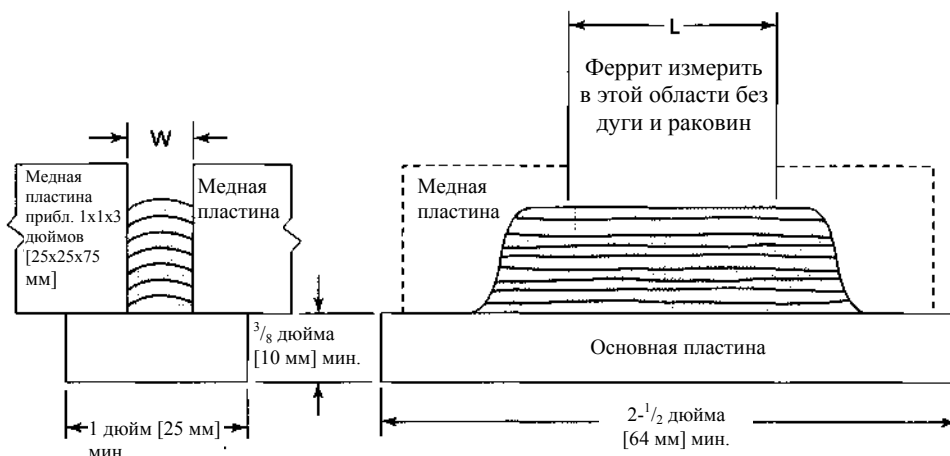
A6.9.5 Сумма из как минимум 6 ферритных показателей должна быть получена на законченной поверхности по продольной оси вдоль наплавленного сварного слоя, инструментом калиброванным в соответствии с процедурами указанными в A4.2M Американского общества специалистов по сварке, *Стандартные Процедуры Калибровки Магнитных Инструментов для Измерения Содержания Дельта Феррита в Аустенитном и Дуплекс Ферритно-Аустенитном Металле Шва Нержавеющей Стали* (последнее издание). Полученные показатели должны быть приведены к единственному среднему значению.

A6.10 Содержание феррита в сварных швах может быть вычислено из химического состава покрытия, полученного наплавкой с помощью дуговой сварки. Это может быть сделано по диаграмме WRC-1992 (рис. А.3).

A6.10.1 Диаграмма WRC-1992¹¹ (рис. А.3) определяет содержание феррита в виде Количества феррита (КФ).

¹¹ Котеки Д. Дж. и Сьюерт Т. А. 1992. WRC-1992 Конституционная Диаграмма для нержавеющей стали в качестве металла шва: модификация Диаграммы WRC-1988. *Сварочный журнал* 71(5): стр. 171 по 178.

РИС. А1 НАПЛАВЛЕННЫЙ СЛОЙ ДЛЯ ТЕСТА НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕРРИТА



Размер электрода		Ток сварки, ампер ^(А)	Приблизительные размеры наплавленного слоя			
			Ширина, W		Длина, L	
дюймы	мм	-15,-16,-17,-26	дюймы	мм	дюймы	мм
1/16	1,6	35-50	0,25	6,5	1 1/4	32
5/64	2,0	45-60	0,25	6,5	1 1/4	32
3/32	2,4, 2,5	65-90	0,3	7,5	1 1/2	38
1/8	3,2	90-120	0,4	10	1 1/2	38
5/32	4,0	120-150	0,5	13	1 1/2	38
3/16	4,8, 5,0	160-200	0,6	15	1 1/2	38
7/32	5,6	200-240	0,7	18	1 1/2	38
	6,0	220-260	0,7	18	1 1/2	38
1/4	6,4	240-280	0,7	18	1 1/2	38

ПРИМЕЧАНИЕ:

(А) Рекомендуемый ток сварки будет различным в зависимости от типа применяемой проволоки. За специальными рекомендациями обращаться к производителю. Ток сварки, используемый для изготовления испытательного образца, следует занести в протокол.

Это немного измененная версия Диаграммы WRC-1988¹², принимающая в расчет влияние меди, как предположение, высказанное впервые Лейком. Исследования, проводимые Подкомитетом WRC по сварке нержавеющей стали и Комитетом II Международного института сварки показывают более близкое соответствие между измеренным и предполагаемым количеством феррита, содержание которого определялось с использованием Диаграммы WRC-1988, чем при использовании Диаграммы ДеЛонга. Диаграмма WRC-1992 не может применяться к соединениям, содержащим более 0,3 % азота, 1 % кремния или более 10 % магния. Для нержавеющей сталей, не сплавленных с медью, определения по Диаграммам 1988 и 1992 идентичны.

A6.10.2 Различия между измеряемым и вычисляемым ферритом отчасти зависят от

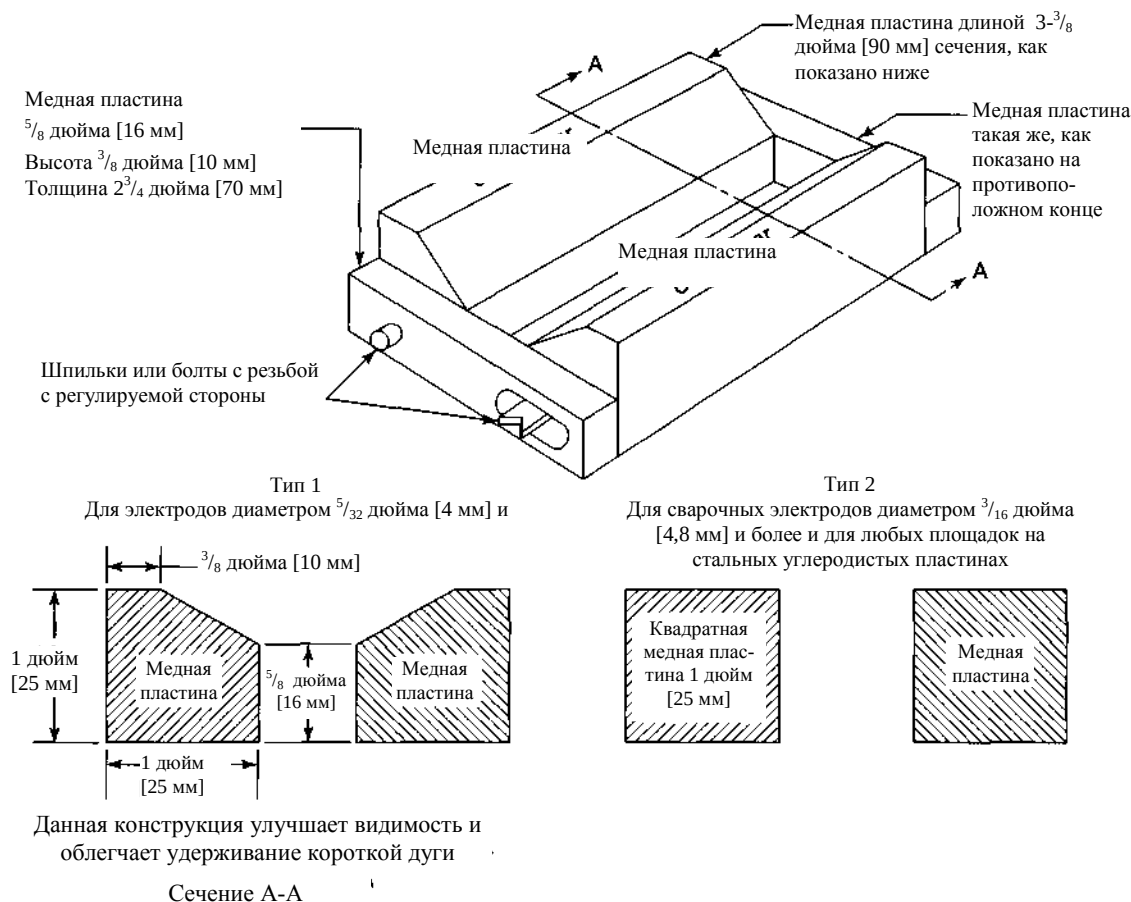
ферритного уровня покрытия, увеличиваясь и ростом ферритного уровня. Совпадение между вычисляемым и измеряемым ферритными показателями также сильно зависит от качества химического анализа. Различия в результатах химических анализов встречающиеся от лаборатории к лаборатории могут оказывать серьезное влияние на показатель вычисляемого феррита, изменяя его от 4КФ до 8КФ.

A7. Описание и применение присадочных металлов

A7.1 E209. Номинальный состав этого сварочного металла (вес %) 22 Cr, 11 Ni, 5,5 Mn, 2 Mo и 0,20 N. Electrodes этого состава наиболее часто используются для сварки типа 209 (UNS S20910) AISI основных металлов. Этот сплав – усиленная азотом аустенитная нержавеющая сталь, демонстрирующая высокую прочность и жесткость в широком диапазоне температур. Азотное сплавление снижает тенденцию к межкристаллитному карбидному осадкообразованию в районе шва, тормозя углеродную диффузию, таким образом, повышая сопротивление к межкристаллитной коррозии.

¹² Мак Кован, К.Н., Сьюерт, Т.А. и Олсон, Д.Л. 1989. WRC бюллетень 342, *Нержавеющая сталь в качестве металла шва: Определение содержания феррита*. Совет по исследованию процесса сварки. I, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк.

РИС. А2 АЛЬТЕРНАТИВНАЯ СБОРКА СВАРНОГО УЗЛА ДЛЯ КОНТАКТНЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ФЕРРИТОВЫХ СВАРНЫХ ОБРАЗЦОВ



Азот, сплавляясь вместе с молибденовой составляющей, обеспечивает превосходное сопротивление питтингу и щелевой коррозии в водной хлорсодержащей среде. Электроды Типа E209 имеют достаточное суммарное содержание, чтобы быть использованными для соединения разнородных сплавов, таких как мягкая низкоуглеродистая сталь и нержавеющая сталь, а также для прямого оверлея на мягкой низкоуглеродистой стали против коррозионного покрытия.

A7.2 E219. Номинальный состав этого сварочного металла (вес %) 20 Cr, 6 Ni, 9 Mn и 0,20 N. Электроды этого состава наиболее часто используются для сварки типа 219 (UNS S21900) AISI основных металлов. Этот сплав – усиленная азотом аустенитная нержавеющая сталь, демонстрирующая высокую прочность и жесткость в широком диапазоне температур. Азотное сплавление снижает тенденцию к межкристаллитному карбидному осадкообразованию в районе шва, тормозя углеродную диффузию, таким образом, повышая сопротивление к межкристаллитной коррозии. Азотный сплав улучшает сопротивление питтингу и щелевой коррозии в водной хлорсодержащей среде. Электроды типа E219 имеют достаточное суммарное содержание, чтобы быть использованными для соединения разнородных сплавов, таких как мягкая низкоуглеродистая сталь и нержавеющая сталь, а также для прямого оверлея на мягкой низкоуглеродистой стали против коррозионного покрытия.

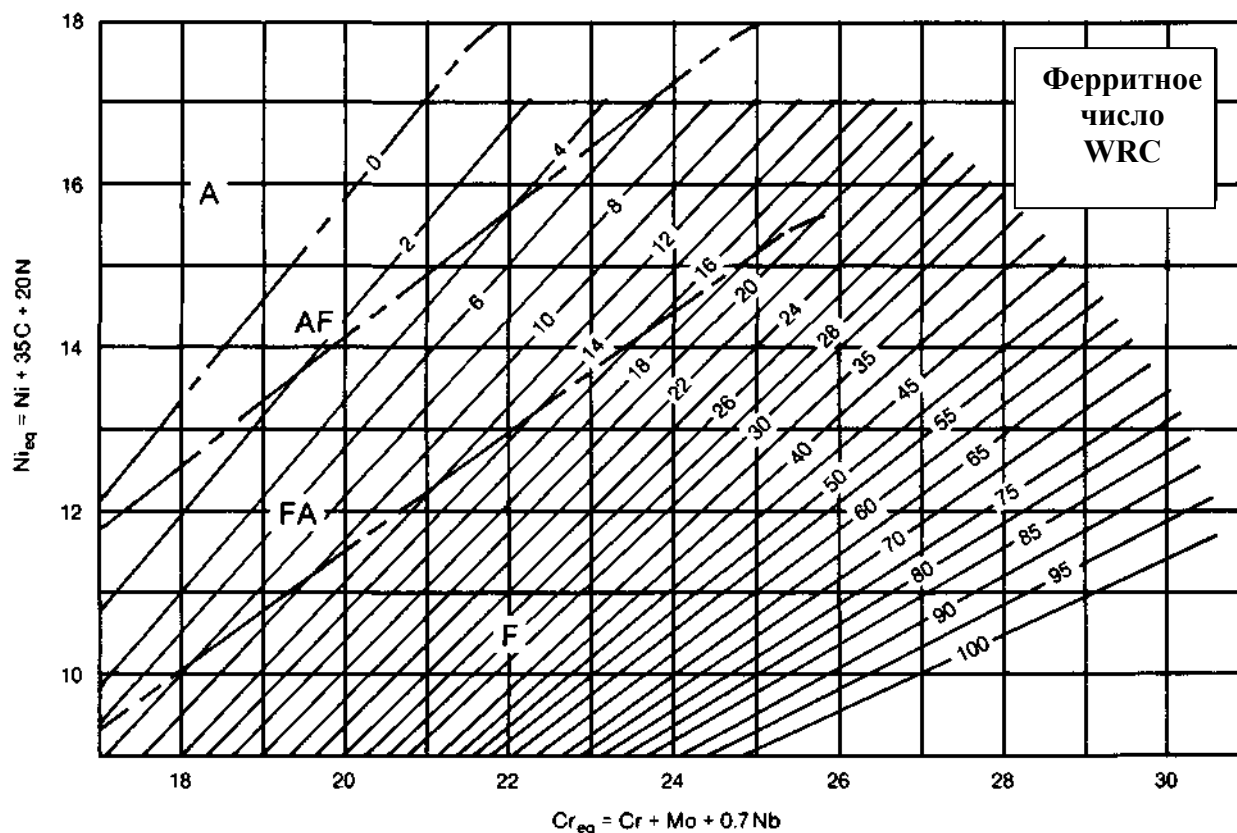
A7.3 E240. Номинальный состав этого сварочного металла (вес %) 18 Cr, 5 Ni, 12 Mn и 0,20 N. Электроды этого состава наиболее часто используются для сварки типа 240 и 241 AISI основных металлов. Этот сплав –

усиленная азотом аустенитная нержавеющая сталь, демонстрирующая высокую прочность и жесткость в широком диапазоне температур. Значительное улучшение сопротивления к износу частица-металл и металл-металл (коррозионное истирание) применениях – желаемая характеристика при сравнении с более привычными аустенитными нержавеющими сталями, как тип 304. Азотное сплавление снижает тенденцию к межкристаллитному карбидному осадкообразованию в районе шва, тормозя углеродную диффузию, таким образом, повышая сопротивление к межкристаллитной коррозии. Азотный сплав улучшает сопротивление питтингу и щелевой коррозии в водной хлорсодержащей среде. В добавление, сварные изделия в сплавах AISI 240 и AISI 241, при сравнении с типом 304, демонстрируют улучшенное сопротивление к межкристаллическому растрескиванию, образовавшемуся в результате коррозии под напряжением, в горячей водной хлорсодержащей среде. Электроды типа E240 имеют достаточное суммарное содержание, чтобы быть использованными для соединения разнородных сплавов, таких как мягкая низкоуглеродистая сталь и нержавеющая сталь, а также для прямого оверлея на мягкой низкоуглеродистой стали антикоррозионного и противоизносного покрытия.

A7.4 E307. Номинальный состав этого сварочного металла (вес %) 19,8 Cr, 9,8 Ni, 4 Mn и 1 Mo. Электроды этого состава используются в основном для сварок умеренной прочности, с хорошей сопротивляемостью трещинам между разнородными сталями, такими как аустенитная марганцевая сталь и углеродистая сталь, и их отливкой и ковкой.

A08

РИС. А3 ДИАГРАММА WRC-1992 (КФ) ДЛЯ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



A7.5 E308. Номинальный состав этого сварочного металла (вес %) 19,5 Cr и 10 Ni. Электроды этого состава используются наиболее часто для сварки основных металлов похожего состава, таких как типы AISI 301, 302, 304 и 305.

A7.6 E308H. Эти электроды ничем не отличаются от E308, кроме того что допустимое содержание углерода в сварочном металле было ограничено для того чтобы устранить наименьший уровень углерода. Содержание углерода в пределах от 0,04 до 0,08 % обеспечивает более высокий предел прочности на разрыв и силу магнитного последствия при повышенных температурах. Эти электроды используются для сварки основного металла типа 304H. Содержание феррита в металле шва обычно фиксировано 5КФ, с тем чтобы свести к минимуму эффект охрупчивания сигмы в эксплуатации при высоких температурах.

A7.7 E308L. Состав сварочного металла такой же как и у E308, за исключением содержания углерода. Максимальное содержание углерода в металле шва 0,04 % , наплавленное этими электродами, снижает возможность межкристаллитного карбидного осадковпадения, таким образом, повышает сопротивление к межкристаллитной коррозии без использования таких стабилизаторов как ниобий или титан. Содержание углерода 0,04 % максимально оказалось оптимальным в металле шва, несмотря на то что общепризнанным требуемым пределом для идентичного основного металла является порог 0,03 %. Этот низкоуглеродный сплав, однако, не так прочен при повышенной температуре как E308H или E347.

A7.8 E308Mo. Эти электроды ничем не отличаются от E308, за исключением добавления в них молибдена. Электроды E308Mo рекомендуются Американским обществом по испытанию материалов для сварки CF8M отливок из нержавеющей стали, так как они подходят основному металлу в том, что касается хрома, никеля и молибдена. Они также могут использоваться для сварки обработанных материалов, таких как нержавеющей тип 316, когда уровень феррита необходимо поднять выше пределов, достижимых с помощью электродов E316.

A7.9 E308LMo. Электроды рекомендуются Американским обществом по испытанию материалов для сварки CF3M отливок из нержавеющей стали, так как они подходят основному металлу в том, что касается хрома, никеля и молибдена. Они также могут использоваться для сварки обработанных материалов, таких как нержавеющей тип 316L, когда уровень феррита необходимо поднять выше пределов, достижимых с помощью электродов E316L.

A7.10 E309. Номинальный состав этого сварочного металла (вес %) 23,5 Cr, 13 Ni с допускаемым уровнем углерода до 0,15 % и типичным допустимым уровнем феррита от 3КФ до 20КФ. Электроды данного состава используются для сварки подобных составов в кововой или литой форме. Также они могут использоваться для сварки разнородных видов стали, таких как присоединение типа 304 к углеродному либо низколегированному сплаву, для сварки плакированной стороны типа 304 – плакированной стали, изготовление первого слоя сварочного плакирования типа 308, и использование линий для обработки тонколистовой стали. Хрупкость или растрескивание может возникать, если

эти разнородные металлы подвергаются нагреванию в послесварочный период либо, будучи в эксплуатации, находятся при температуре 700 °F [370 °C]. Иногда необходимо выполнить сварку типа 304 и сходных основных металлов, при которой существуют суровые коррозионные условия, требующие высоколегированного сплава металла шва. В сущности, в пределах данной спецификации имеются два электрода, E309H и E309L, и в критических ситуациях их пользу трудно переоценить. См. ниже об их специфическом применении.

A7.11 E309H. Эти электроды аналогичны E309, за исключением того, что допустимое содержание углерода металла сварочного шва не должно быть ниже допустимых уровня углерода. Ограничения по содержанию углерода обеспечивают более высокий уровень прочности при разрыве и ползучести при повышенных температурах. Эта характеристика совместно с типичным содержанием феррита 6КФ делают электроды подходящими для сварки обработанной и литой стали 24 Cr 12 Ni и способными противостоять окислению и коррозии. Литая сталь с высоким содержанием углерода марки AISI's HH должна свариваться электродом, состав которого сходен с составом литой стали.

A7.12 E309L. Состав этого металла сварного шва аналогичен составу металла, наплавленного с помощью электродов E309, но содержание углерода в нем более жестко ограничено. Максимальное содержание углерода 0,04 % в наплавленном данными электродами металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида и поэтому повышает сопротивление межкристаллитной коррозии без применения таких стабилизаторов, как ниобий или титан. Содержание феррита обычно выше 8КФ, что снижает возможность межкристаллического выделения карбидов. Таким образом, это повышает сопротивляемость межкристаллической коррозии без применения ниобия (колумбий). Наплаваемые слои E309L не настолько прочны при повышенных температурах стабилизированного сплава ниобия или наплаваемые слои E309H. Обычно электроды E309L применяются для сварки неоднородной стали, например, стыков типа 304 для мягкой или низколегированной стали, сварки сторон с покрытием плакированной стали типа 304, сварки первого слоя сварного покрытия E308L с применением футеровки из нержавеющей листов для углеродистой стали. Могут возникнуть трещины или повысится хрупкость, в случае если эти неоднородные сварные швы из стали подвержены послесварочной тепловой обработке или обработке при температурах выше 700 °F [370 °C]. При необходимости проведения послесварочной термической обработки углеродистой стали перед ее проведением следует согласовать весь порядок сварки и термической обработки.

A7.13 E309Nb. Состав этого металла сварного шва аналогичен типу 309, за исключением добавления ниобия и снижения уровня ограничения углерода. Ниобий обеспечивает сопротивляемость выделениям карбидов и, таким образом, повышает сопротивляемость межкристаллической коррозии, а также обеспечивает более высокую прочность при повышенных температурах. Электроды E309Nb также предназначены для сварки плакированной стали типа 347 или покрытия углеродистой стали.

A7.14 E309Mo. Состав данного металла сварного шва аналогичен составу шва, полученного с применением

электродов E309, за исключением добавки молибдена и небольшого уменьшения предельного содержания углерода. Данные электроды применяются также для сварки плакированных сталей типа 316 или для покрытия углеродистых сталей.

A7.15 E309LMo. Состав этого металла сварного шва аналогичен составу металла, наплавленного с помощью электродов E309Mo, но содержание углерода в нем более жестко ограничено. Пониженное содержание углерода в металле сварного шва уменьшает вероятность межкристаллитной коррозии. Это, в свою очередь, степень потенциального образования усадочных трещин при наплавлении на углеродистые или низколегированные стали.

A7.16 E310. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 26,5 Cr и 21 Ni. Электроды такого состава чаще всего применяются для сварки основных металлов, сходных по составу.

A7.17 E310H. Состав этого металла сварного шва аналогичен составу металла, наплавленного с помощью электродов E310, но содержание углерода в нем находится в пределах 0,35–0,45 %. Эти электроды в основном применяются для сварки или ремонта отливок из высоколегированных жаростойких и стойких к коррозии сталей общего состава, обозначаемого как сплав типа НК по классификации Института литейных сплавов. Данный сплав имеет высокую прочность при температурах выше 1700 °F (930 °C). Он не рекомендуется для применения в атмосфере с высоким содержанием серы или в условиях сильного теплового удара. Длительное воздействие температур в диапазоне примерно от 1400 до 1600 °F (760 – 870 °C) может вызвать образование сигма- и вторичного карбида, которые в итоге могут уменьшить коррозионную стойкость, пластичность или оба этих параметра. Не следует путать состав этого электрода с составом электрода 310H из ковального сплава нержавеющей стали, где содержание углерода ниже и составляет 0,04–0,10 %.

A7.18 E310Nb. Состав этого металла сварного шва аналогичен типу E310, за исключением добавления ниобия и снижения уровня ограничения углерода. Эти электроды предназначены для сварки жаропрочных отливок, планкированной стали типа 347 или покрытия углеродистой стали.

A7.19 E310Mo. Состав данного металла сварного шва аналогичен составу шва, полученного с применением электродов E310, за исключением добавки молибдена и уменьшения предельного содержания углерода. Эти электроды применяются для сварки жаропрочных отливок, плакированных сталей типа 316 или покрытия углеродистых сталей.

A7.20 E312. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 30 Cr и 9 Ni. Эти электроды изначально предназначались для сварки литейных сплавов, сходных по составу. Было обнаружено, что они хорошо подходят для сварки разнородных металлов, особенно если один из них представляет собой нержавеющую сталь с высоким содержанием никеля. Данный сплав дает двухфазный наплавленный металл со значительным содержанием феррита в аустенитной основе. Даже при существенном разбавлении аустенитообразующими элементами, такими как никель, микроструктура сплава остается двухфазной и, следовательно, обладает высокой стойкостью к возникновению трещин и

разрывов в металле сварного шва. Применение следует ограничить условиями эксплуатации при температуре ниже 800 °F (420 °C), чтобы избежать образования вторичных хрупких фаз.

A7.21 E316. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 18,5 Cr, 12,5 Ni, 2,5 Mo. Эти электроды применяются для сварки основного металла типа 316 и аналогичных сплавов. Они успешно применяются в определенных случаях, связанных с использованием специальных основных металлов, работающих в условиях высоких температур. В прошлом, при высоких температурах уровень углерода составлял около 0,06 %. Для текущих случаев, или случаев применения в будущем, использование E316H гарантирует поддержание такого же уровня углерода. Присутствие молибдена обеспечивает предел ползучести при повышенных температурах. Быстрая коррозия металла сварного шва типа 316 может произойти при совместном присутствии следующих трех факторов:

- (a) присутствие непрерывной или полунепрерывной сетки феррита в микроструктуре металла сварного шва;
- (b) баланс состава металла сварного шва с отношением "хром/молибден" менее, чем 8,2 : 1;
- (c) погружение металла сварного шва в коррозионную среду.

Попытки классифицировать среду, в которой имеет место усиление коррозии за счет воздействия на ферритную фазу, не увенчались полным успехом. Случаи повреждений вследствие коррозии были исследованы и документированы как для сильно окисляющих, так и для слабо восстанавливающих сред. Для получения самых последних рекомендаций следует обратиться к соответствующей литературе.

A7.22 E316H. Эти электроды аналогичны E316, за исключением того, что допустимое содержание углерода соответствует верхней границе диапазона значений, допустимых для E316. Содержание углерода в диапазоне 0,04 – 0,08 обеспечивает более высокие значения прочности на разрыв и предела ползучести при повышенных температурах. Эти электроды применяются для сварки основного металла типа 316H.

A7.23 E316L. Состав этих электродов аналогичен E316, за исключением более жестких ограничений по содержанию углерода. Максимальное содержание углерода 0,04 % в наплавленном данными электродами металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида и поэтому повышает сопротивление межкристаллитной коррозии без применения таких стабилизаторов, как ниобий или титан. Эти электроды применяются главным образом для сварки низкоуглеродистых аустенитных сталей, содержащих молибден. Испытания показали, что предельное содержание углерода, равное 0,04 %, в большинстве случаев обеспечивает адекватную защиту от межкристаллитной коррозии. Этот низкоуглеродистый сплав, однако, не обладает такой прочностью при повышенных температурах, как сплав типа E316H. Эта классификация с максимальным содержанием феррита 2 КФ традиционно выбиралась для сварки нержавеющей стали типов 304 и 316 при эксплуатации в криогенной среде при температурах ниже -452 °F [-269 °C].

A7.24 E316LMn. Номинальный состав (% по массе) этого металла сварного шва составляет 19,5 Cr, 16,5 Ni, 6,5 Mn, 3 Mo, 0,2 N. Это полностью аустенитный сплав с максимальным содержанием феррита 0,5КФ. Если сплав

применяется при низких температурах и подвергается воздействию коррозии, потребитель должен указать максимально допустимое содержание феррита. В основном этот электрод предназначен для сварки стыков однородных и неоднородных криогенных сталей при температурах ниже -452 °F [-269 °C]. В однородные стали входят нержавеющие, такие как UNS S30453 и S31653. Этот электрод характеризуется хорошей коррозионноустойчивостью при сварке в кислотах и морской воде, а также специально предназначен для сварки в условиях коррозии на установках, где образуется мочевины. Также является немагнитным. Высокое содержание марганца в сплаве способствует стабилизации аустенитной микроструктуры и сопротивляемости образованию горячих трещин.

A7.25 E317. Содержание легирующих присадок в металле сварного шва, наплавленного данными электродами, несколько выше, чем для электродов E316, особенно по молибдену. Эти электроды обычно используются для сварки сплавов, сходных по составу, для работы в жестких коррозионных средах (например, содержащих галогены), где существует опасность точечной и щелевой коррозии.

A7.26 E317L. Состав этого металла сварного шва аналогичен составу металла, наплавленного с помощью электродов E317, но содержание углерода в нем более жестко ограничено. Максимальное содержание углерода 0,04 % в наплавленном данными электродами металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида и поэтому повышает сопротивление межкристаллитной коррозии без применения таких стабилизаторов, как ниобий или титан. Данный низкоуглеродистый сплав, однако, не столь прочен при повышенных температурах, как сплавы, стабилизированные ниобием, или стандартный металл сварного шва типа 317 с более высоким содержанием углерода.

A7.27 E318. Состав этого металла сварного шва аналогичен составу металла, наплавленного с помощью электродов E316, за исключением добавок ниобия. Ниобий обеспечивает сопротивление межкристаллитному осаждению карбида и тем самым увеличивает сопротивление межкристаллитной коррозии. Эти электроды преимущественно применяются для сварки основных металлов сходного состава.

A7.28 E320. Номинальный состав (% по массе) данного металла сварного шва выражен как 20 Cr, 34 Ni, 2,5 Mo, 3,5 Cu с добавкой Nb для улучшения сопротивления межкристаллитной коррозии. Эти электроды применяются главным образом для сварки основных металлов сходного состава в тех случаях, когда требуется высокая коррозионная стойкость в присутствии широкого спектра химикатов, включая серную кислоту, сернистую кислоту и их соли. Эти электроды могут применяться для сварки как отливок, так и кованных сплавов, сходных по составу, без последующей термической обработки.

Модификация данной марки без ниобия выпускается для ремонта отливок, не содержащих ниобия. При таком варианте состава после сварки требуется отжиг на твердый раствор.

A7.29 E320LR (низкое содержание остаточных примесей). Металл, наплавленный электродами E320LR, имеет такой же основной состав, как и металл, наплавленный электродами E320. Однако, для содержания элементов C, Si, P и S установлены более низкие максимальные значения, а содержание Nb и Mn

контролируется в более узких диапазонах. Эти изменения снижают растрескивание наплавленного металла (при сохранении коррозионной стойкости), которое часто происходит в сварных швах из полностью аустенитной нержавеющей стали. Поэтому можно использовать методы сварки, обычно применяемые для наплавления феррито-содержащей аустенитной нержавеющей стали. Минимальная прочность на разрыв металла сварного шва типа 320LR ниже, чем у металла типа 320.

A7.30 E330. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 35 Ni и 15,5 Cr. Эти электроды обычно применяются там, где требуется термо- и окалиностойкость при температурах выше 1800 °F (980 °C). Однако, высокое содержание серы в окружающей среде может серьезно ухудшить рабочие характеристики при повышенной температуре. Устранение дефектов в легированных отливках, а также сварка отливок и кованых сплавов сходного состава – наиболее обычный случай применения данных электродов.

A7.31 E330H. Состав этого металла сварного шва аналогичен составу металла, наплавленного с помощью электродов E330, но содержание углерода в нем находится в пределах 0,35–0,45 %. Эти электроды в основном применяются для сварки или ремонта отливок из высоколегированных жаростойких и стойких к коррозии сталей общего состава, обозначаемого как сплав типа HT по классификации Института литейных сплавов. Металл такого состава может применяться до температуры 2100 °F [1150 °C] в окисляющих атмосферах и до температуры 2000 °F [1090 °C] в восстанавливающих атмосферах. Однако, высокое содержание серы в окружающей среде может серьезно ухудшить рабочие характеристики при повышенной температуре.

A7.32 E347. Номинальный состав (% по массе) данного металла сварного шва выражен как 19,5 Cr, 10 Ni с добавкой Nb или Nb + Ta в качестве стабилизатора. Каждая из этих добавок уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида, тем самым увеличивая сопротивление межкристаллитной коррозии.

Эти электроды обычно применяются для сварки хромоникелевых сплавов сходного состава, стабилизированных ниобием или титаном. Электроды, вносящие титан как стабилизирующий элемент, не поступают на рынок, так как титан плохо переносится посредством дугового разряда при дуговой сварке металлическим покрытым электродом. Хотя обычно для сплавов типа 347 в качестве стабилизирующего элемента указан ниобий, следует признать, что тантал также присутствует в этих сплавах. Тантал и ниобий почти одинаково эффективны для стабилизации углерода и обеспечения жаростойкости. Настоящие технические условия отражают обычную промышленную практику указания содержания ниобия в виде суммы ниобия и тантала. Если разбавление основным металлом вызывает низкое содержание феррита или полностью аустенитное наплавление металла сварного шва, то склонность шва к образованию трещин может значительно возрасти.

В некоторых случаях применения, особенно связанных с эксплуатацией в условиях высоких температур, слишком высокое содержание феррита оказывает вредное воздействие. Соответственно, не следует задавать требования по высокому содержанию феррита, если испытания не показали, что это абсолютно необходимо.

A7.33 E349. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 19,5 Cr, 9 Ni, 1 Nb, 0,5 Mo и 1,4 W. Эти электроды применяются для сварки сталей сходного состава, таких как AISI типа 651 или 652. Сочетание ниобия, молибдена и вольфрама с хромом и никелем придает металлу высокую прочность на разрыв в условиях высоких температур. Химический состав металла сварного шва имеет в результате ощутимое содержание феррита, который увеличивает сопротивление образованию трещин в металле шва.

A7.34 E383. Номинальный состав (% по массе) данного металла сварного шва выражен как 28 Cr, 31,5 Ni, 3,7 Mo, 1 Cu. Эти электроды применяются для сварки основных металлов сходного состава с такими же металлами и другими марками нержавеющей стали. Металл сварного шва типа E383 рекомендуется для эксплуатации в среде, содержащей серную или фосфорную кислоту. Для содержания химических элементов C, Si, P и S установлены низкие предельные уровни, чтобы снизить горячее растрескивание (при сохранении коррозионной стойкости), которое часто имеет место в металле сварных швов из полностью аустенитных нержавеющей сталей.

A7.35 E385. Номинальный состав (% по массе) этого металла сварного шва: 20,5 Cr, 25 Ni, 5 Mo, 1,5 Cu. Эти электроды в основном предназначены для сварки материалов типа 904L в серной кислоте и хлоридсодержащей среде. Электроды типа E385 могут быть предназначены для соединения материала типа 317L, где требуется повышенная устойчивость к коррозии в специфической среде. Электроды E385 также предназначены для соединения основного металла типа 904L с другими марками нержавеющей стали. Необходимо содержание элементов C, Si, P и S на более низких уровнях для снижения появления горячих трещин на сварном шве и растрескивания (при поддержании устойчивости к коррозии), часто встречающихся в полностью аустенитных металлах сварных швов.

A7.36 E409Nb. Состав этого металла сварного шва очень похож на наплавляемый электродами E410, за исключением того, что в него добавляется ниобий, который создает ферритовую микроструктуру с тонкими зернами. Эти электроды предназначены для сварки ферритовых нержавеющей сталей, например, типа 405 и 409. Также они используются для второго и/или дополнительных слоев при сварке планкированной нержавеющей стали типа 410 и для покрытий углеродистой и низколегированной сталей. Предварительный нагрев и послесварочная термическая обработка требуются для достижения надлежащей вязкости металла, используемого для многих инженерных целей. Это наплавление сварного шва не предусматривает такую же прочность и твердость полностью аустенитных сплавов из нержавеющей стали, как и у типа 410.

A7.37 E410. Данный сплав с содержанием 12 Cr представляет собой самозакаливающуюся сталь. Предварительный нагрев и послесварочная термическая обработка требуются для получения швов адекватной пластичности во многих случаях применения. Наиболее часто эти электроды применяются для сварки сплавов сходного состава. Они также применяются при наплавлении поверхности углеродистых сталей для защиты от коррозии, эрозии или абразивного износа.

A7.38 E410NiMo. Эти электроды применяются для сварки литья марки ASTM CA6NM (CA-6NM) или сходных материалов, а также тонких листов основных металлов типа 410, 410S и 405. Металл, наплавленный данными электродами, отличается меньшим содержанием хрома и большим содержанием никеля по сравнению с металлом, наплавленным электродами E410. Целью является удаление феррита из микроструктуры, так как феррит оказывает вредное влияние на механические свойства этого сплава. Окончательная после сварочная термическая обработка должна проводиться при температуре не более 1150 °F (620 °C). При более высоких температурах может произойти перезакалка вследствие образования неотпущенного мартенсита в микроструктуре после охлаждения до комнатной температуры.

A7.39 E430. Металл сварного шва, наплавленного данными электродами содержит от 15 до 18 Cr (% по массе). За счет достаточного содержания хрома достигается такой баланс химического состава, который обеспечивает достаточную коррозионную стойкость при обычном применении и, в то же время, позволяет сохранить после термической обработки пластичность, достаточную для соответствия требованиям данных технических условий к механическим свойствам. (Избыточное содержание хрома приведет к снижению пластичности). Сварка электродами E430 обычно требует предварительного нагрева и после сварочной термической обработки. Оптимальное сочетание механических свойств и коррозионной стойкости достигается только в том случае, когда сварное изделие подвергается после сварочной термической обработке.

A7.40 E430Nb. Состав этого металла сварного шва аналогичен наплавляемому электродами E430, за исключением добавления ниобия. Наплавление сварного шва представляет собой ферритовую микроструктуру с мелкими зернами. Предварительный нагрев и после сварочная термическая обработка требуются для достижения надлежащей вязкости металла, используемого для многих инженерных целей. Эти электроды предназначены для сварки нержавеющей стали типа 430. Также они предназначены для первого сварочного слоя планкированных сталей типа 405 и 410.

A7.41 E630. Номинальный состав (% по массе) этих электродов выражен как 16,4 Cr, 4,7 Ni, 3,6 Cu. Эти электроды главным образом предназначены для сварки материала марки ASTM A 564, тип 630 и некоторых других марок дисперсионно-твердеющих нержавеющей сталей. Металл сварного шва модифицирован, чтобы предотвратить образование ферритной сетки в мартенситной микроструктуре, которая может оказать вредное влияние на механические свойства. В зависимости от применения и размера сварного шва металл сварного шва может эксплуатироваться либо непосредственно после сварки, либо после сварки и дисперсионного твердения, либо после сварки, обработки на твердый раствор и дисперсионного твердения.

A7.42 E16-8-2. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 15,5 Cr, 8,5 Ni, 1,5 Mo. Эти электроды в основном применяются для сварки нержавеющей сталей, таких как типы 16-8-2, 316 и 347, для систем трубопроводов высокого давления и высокой температуры. Наплавленный металл обычно имеет ферритное число не выше 5КФ. Наплавленный металл имеет также хорошие характеристики пластичности в горячем состоянии, которые значительно уменьшают риск растрескивания шва или кратера, даже в условиях высоких нагрузок. Металл сварного шва можно эксплуатировать как непосред-

ственно после сварки, так и после обработки на твердый раствор. Для наиболее полной реализации свойств, характерных для данных электродов, требуется тщательная сбалансированность их химического состава. Испытания на коррозию показывают, что наплавленный металл типа 16-8-2 может обладать меньшей коррозионной стойкостью, чем основной металл типа 316, в зависимости от коррозионной среды. Если сварные изделия подвергаются сильному воздействию коррозионной среды, на их поверхности следует наплавить металл с более высокой коррозионной стойкостью.

A7.43 E2209. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 22,5 Cr, 9,5 Ni, 3 Mo, 0,15 N. Электроды такого химического состава применяются в основном для сварки дуплексных нержавеющей сталей, которые содержат примерно 22 % хрома. Металл, наплавленный этими электродами, имеет "дуплексную" микроструктуру, состоящую из аустенитно-ферритной основы. Металл, наплавленный электродами E2209, обладает повышенной прочностью на разрыв в сочетании с повышенным сопротивлением воздействию точечной коррозии и трещинообразованию от коррозии под нагрузкой. Если требуется после сварочный отжиг, то этот металл сварного шва необходимо отжигать при температуре выше, чем для "дуплексного" основного металла.

A7.44 E2553. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 25,5 Cr, 7,5 Ni, 3,5 Mo, 2 Cu и 0,17 N. Электроды такого химического состава применяются в основном для сварки дуплексных нержавеющей сталей, которые содержат примерно 25 % хрома. Металл, наплавленный этими электродами, имеет "дуплексную" микроструктуру, состоящую из аустенитно-ферритной основы. Металл, наплавленный электродами E2553, обладает повышенной прочностью на разрыв в сочетании с повышенным сопротивлением воздействию точечной коррозии и трещинообразованию от коррозии под нагрузкой.

A7.45 E2593. Номинальный состав (% по массе) этого металла сварного шва выражен так: 25 Cr, 9,5 Ni, 3,4 Mo, 2,5 Cu и 0,2 N. Эти электроды в основном предназначены для сварки "дуплексных" нержавеющей сталей, которые содержат примерно 25 % хрома. Металл, наплавляемый этими электродами, обладает "дуплексной" микроструктурой, которая состоит из феррито-аустенитной матрицы. Металл сварного шва, наплавляемый электродами E2593, сочетает в себе повышенную прочность на разрыв с повышенной устойчивостью к точечной коррозии и коррозионному растрескиванию под нагрузками. Если требуется после сварочный отжиг, то этот металл сварного шва необходимо отжигать при температуре выше, чем требуется по классификации E2553 или для "дуплексного" основного металла.

A7.46 E2594. Номинальный состав (% по массе) этого металла сварного шва выражен так: 25,5 Cr, 10 Ni, 4 Mo и 0,25 N. Сумма Cr + 3,3 (Mo + 0,5 W) + 16 N, известная под названием "Номер устойчивости питтинговой коррозии", составляет, минимум, 40, таким образом, давая основание называть этот металл сварного шва "супер-дуплексной" нержавеющей сталью. Этот номер является полуколичественным показателем устойчивости образованию точек коррозии в хлоридосодержащей водной среде. Этот металл предназначен для сварки "супер-дуплексной" нержавеющей стали UNS S32750 (обработанной) и UNS J93404 (литой) типа 2507 и для подобных составов. Также он может быть предназначен для сварки низкоуглеродистых

сталей с дуплексными нержавеющими сталями, а также для сварки «стандартных» дуплексных нержавеющих сталей, таких как тип 2205, хотя упругая вязкость металла шва может оказаться хуже чем для электродов E2209. В случае если необходимо производить послесварочный отжиг, для этого наплавленного металла понадобится более высокая температура отжига чем для дуплексного основного металла.

A7.47 E2595. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 25,5 Cr, 9 Ni, 3,8 Mo, 0,7 Cu, 0,7 W, и 0,25 N. Сумма Cr + 3,3 (Mo + 0,5 W) + 16 N, так называемый эквивалент сопротивления питтинговой коррозии (PREN), составляет не менее 40, что позволяет назвать этот металл шва «супердуплексной нержавеющей сталью». Этот номер является полуэмпирическим показателем стойкости к питтинговой коррозии в водных хлоросодержащих средах. Электроды разработаны для сварки супердуплексных нержавеющих сталей UNS S32550, S32750, и S32760 (кованых), и UNS J93370, J93380, J93404, CD4MCuN (литых), и подобных составов. Их можно также применять для сварки углеродистой и низколегированных сталей с дуплексными нержавеющими сталями и со «стандартными дуплексными сталями», такими как UNS S31803 и UNS S32205.

A7.48 E3155. Номинальный состав (% по массе) этого наплавленного металла выражен так: 21,25 Cr, 19,75 Co, 20 Ni, 3,0 Mo, 2,5 W. Он обычно применяется для сварки деталей из материалов похожего состава, особенно если зона шва должна иметь такие же коррозионные и теплостойкие свойства, как и основной металл. Он используется в аэрокосмической промышленности для выхлопных труб и хвостовых конических обтекателей, деталей форсажных камер, выхлопных трубопроводов, камер сгорания, лопаток и сопел турбин. Его высокотемпературные свойства не зависят от твердения при старении.

A7.49 E33-31 Номинальный состав (% по массе) металла наплавленного этими электродами: 31 Ni, 32 Fe, 33 Cr, 1,6 Mo, и низкое содержание углерода. Эти присадочные материалы применяются для сварки никельхромжелезных сплавов (UNS R20033) с подобными, а также с углеродистой сталью. Технические условия ASTM для этого сплава: B 625, B 649, B 366, B 472, B 564, B 619, B 622, и B 626. Обычно эти электроды используются в нижней позиции сварки.

A8. Классификация по эксплуатационной пригодности

A8.1 В данных технических условиях приведены четыре основных классификации по эксплуатационной пригодности, показанные в таблице 2.

A8.2 Тип покрытия для электродной проволоки для дуговой сварки металлическим покрытым электродом определяет характеристики эксплуатационной пригодности данного электрода. Дальнейшее обсуждение типов покрытий основано на принятой в промышленности терминологии; попытки конкретно указать состав различных типов покрытий не делались.

A8.3 Обозначение эксплуатационной пригодности -15. Эти электроды применяются только при сварке на постоянном токе с положительной полярностью на электроде (ПТЭП). Хотя иногда их применяют для сварки переменным током, не предполагается квалифицировать их для такого применения. Электроды диаметром $5/32$ дюйма [4,0 мм] и менее

могут применяться для сварки во всех позициях.

A8.4 Обозначение эксплуатационной пригодности -16. Покрытия этих электродов обычно содержат легко ионизируемые элементы, например калий, для стабилизации дуги при сварке переменным током. Электроды диаметром $5/32$ дюйма [4,0 мм] и менее могут применяться для сварки во всех позициях.

A8.5 Обозначение эксплуатационной пригодности -17. Покрытие этих электродов является модификацией покрытия с обозначением -16, в котором значительное количество диоксида кремния заменяется некоторым количеством диоксида титана, содержащееся в покрытии -16. Так как оба покрытия электродов, -16 и -17, могут применяться для сварки переменным током, то ранее они оба были отнесены к типу применимости -16 из-за отсутствия альтернативной классификации до издания AWS A5.4 1992 года. Однако разница рабочих параметров этих двух типов может быть достаточно велика, чтобы оправдать отдельную классификацию.

На горизонтальных угловых швах электроды с покрытием типа -17 имеют тенденцию создавать лучшую дугу со струйным переносом металла и более тонкошершуватую поверхность валика сварного шва, чем электроды с покрытием типа -16. Более медленное остывание шлака покрытия -17 обеспечивает улучшенные эксплуатационные характеристики электрода при применении методики «протаскивания». Форма валиков на горизонтальных угловых швах, выполненных электродами с покрытием -17, обычно является плоской или слегка вогнутой по сравнению с плоской или слегка выпуклой формой валиков, наплавленных электродами с покрытием -16. При сварке вертикальных угловых швов снизу вверх замедленное остывание шлака покрытия -17 требует применения способа сварки с небольшими поперечными колебаниями для того, чтобы получить правильную форму валика. По этой причине минимальный размер катета углового сварного шва, который можно заполнить электродом с покрытием -17, больше минимального размера катета, получаемого при работе электродом с покрытием -16. Хотя эти электроды предназначены для сварочных работ в любых позициях, электроды диаметром $3/16$ дюйма [4,8 мм] и более не рекомендуются для сваривания вертикальных или потолочных швов.

A8.6 Обозначение эксплуатационной пригодности -26. Электроды с этим обозначением предназначены для сварки в нижней и горизонтальной позиции, и имеют характеристики, соответствующие неудобным положениям сварки. На практике большинство из этих электродов дают большие скорости наплавления чем всепозиционные аналоги, из-за их большей толщины их покрытия, содержащего больше металлических порошков. Большая толщина покрытия дает угловые швы большего размера, от плоских до вогнутых. Это также ведет к уменьшению перегрева электродной проволоки, что дает возможность увеличить размер больших электродов до 18 дюймов, даже с электродной проволокой из нержавеющей стали. Для достижения необходимого проплавления обычно требуется большая сила тока по сравнению типами электродов для сварки во всех пространственных положениях.

Шлакообразующая система этих электродов очень сходна по составу и рабочим характеристикам с покрытиями, имеющими обозначения -16 и -17. Образующийся шлак может быть более текучим и даже медленнее застывающим, чем для электродов с обозначением -17. Типичный состав электродной проволоки — либо нержавеющая сталь марки 304L, либо мягкая низкоуглеродистая сталь. Электроды послед-

него состава обычно имеют более толстое покрытие, для вмещения дополнительных легирующих элементов, необходимых для получения требуемого состава металла шва. Для этих электродов требуется еще большая сила тока, для расплавления дополнительного покрытия и компенсации меньшего сопротивления электродной проволоки.

Электроды с обозначением -26 рекомендуются для сварки только в нижней и горизонтальной позициях. О рекомендуемых силах тока следует проконсультироваться в производителем. Может быть возможна сварка в случайной позиции электродами с диаметрами до $\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм].

A9. Специальные испытания

A9.1 Испытания на коррозионную стойкость или окислительную стойкость

A9.1.1 Хотя сварные швы, выполненные электродами, рассматриваемыми в данных технических условиях, обычно применяются в требующих жаростойкости и коррозионной стойкости условиях, невыгодно требовать проведения испытаний сварных швов или образцов наплавленного металла на коррозионную стойкость или окислительную стойкость. Такие специальные испытания, важные для предполагаемых условий эксплуатации, могут проводиться по согласованию между заказчиком и поставщиком. Данный раздел включен в руководство для тех, кто пожелает провести такие специальные испытания.

A9.1.2 Испытания образцов сварных соединений на коррозионную стойкость или окислительную стойкость имеют то преимущество, что конструкция соединения и методика сварки могут быть идентичны тем, которые применяются на производстве. Недостатком является то, что при данном испытании определяются совокупные свойства металла сварного шва, зоны термического воздействия основного металла и не затронутого сваркой основного металла. Кроме того, трудно получить воспроизводимые результаты, если существует различие между скоростью коррозии или окисления различных механических структур (наплавленный металл, металл в зоне термического воздействия и не затронутый сваркой основной металл). Испытательные образцы трудно стандартизировать, если способ сварки и конструкция соединения будут рассматриваться как переменные параметры. Образцы сварного соединения для испытания на коррозионную стойкость не следует использовать для классификации электрода, но можно использовать для квалификационной оценки процедуры сварки с использованием утвержденных материалов.

A9.1.3 Образцы цельносварного металла для испытания на коррозионную стойкость или окислительную стойкость подготавливаются в соответствии с методикой подготовки наплавленного слоя для химического анализа (см. Раздел 10). Такой наплавленный слой должен быть не менее $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм] в высоту, $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] в ширину и $1 + \frac{3}{8}n$ дюйма [$25 + 16n$ мм] в длину, где n соответствует количеству образцов, которое требуется отобрать из наплавленного слоя. Образцы размером $\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ дюйма [13 x 50 x 6,4 мм] получают механической обработкой из верхней части наплавленного слоя таким образом, чтобы сторона образца размером 2 дюйма (50 мм) была параллельна ширине наплавленного слоя $2\frac{1}{2}$ дюйма (65 мм), а сторона образца размером $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм) — параллельна длине этого слоя.

A9.1.4 Термообработка, доводка поверхности и маркировка образцов перед началом испытаний

должны проводиться в соответствии со стандартными методиками испытания подобных сплавов в виде поковок или литых.

Процедура испытания должна соответствовать требованиям стандарта ASTM G 4, *Коррозия металлов. Метод проведения испытаний на заводском оборудовании*, или ASTM A 262, *Сталь нержавеющая аустенитная. Методы определения восприимчивости к межкристаллитной коррозии*, или ASTM G 48, *Стандартные методы испытаний на стойкость к питтинговой и целевой коррозии нержавеющих сталей и подобных сплавов с использованием раствора хлорида железа*.

A9.2 Испытания на механические свойства для швов из разных металлов

A9.2.1 Может возникнуть необходимость проведения испытания механических свойств образцов сварного соединения, когда предполагаемое применение связано со сваркой несходных металлов. Методики механических испытаний подобных соединений должны соответствовать требованиям последнего издания стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M], *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*.

A9.2.2 На результаты испытания образцов сварного соединения могут оказать влияние свойства основного металла и методика сварки, и эти испытания могут оказаться неадекватными для проверки свойств металла сварного шва. Такие испытания следует рассматривать как испытания для квалификации сварочных методик с использованием утвержденных материалов, а не как испытание для квалификации электродов.

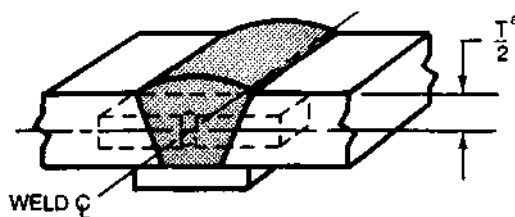
A9.2.3 Если производственные стандарты требуют проведения испытаний сварных швов после термообработки в условиях, отличных от указанных в таблице 2, то может быть желательно использовать для испытаний образцы металла сварного шва, прошедшего термическую обработку. Подготовку таких образцов следует осуществлять согласно процедурам, указанным в Секции 12, «Испытание на растяжение» и Секции 13, «Испытание углового сварного шва».

A9.3 Испытания на удар для швов, применяемых при низкой температуре

A9.3.1 Как известно, металлы сварных швов из полностью аустенитной нержавеющей стали обладают превосходной ударной вязкостью при сверхнизких температурах порядка -320°F [-196°C]. Чтобы исключить возможность хрупкого разрушения, в Секции VIII Стандарта ASME по котлам и сосудам давления требуется, чтобы сварные изделия, предназначенные для эксплуатации в условиях криогенных температур, квалифицировались при испытании образцов с V-образным надрезом Шарпи. Критерием допустимости является достижение поперечного расширения, расположенного напротив надреза, величиной не менее 15 мкдюймов [0,38 мм] для каждого из трех образцов.

A9.3.2 Металлы сварных швов из аустенитной нержавеющей стали с меньшим содержанием легирующих элементов, чем в металлах, упомянутых выше, обычно не являются полностью аустенитными, а содержат некоторое количество дельта-феррита. Дельта-феррит отрицательно влияет на ударную вязкость при низких температурах. Однако полностью

**РИС. А4 ОРИЕНТАЦИЯ И МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦА СВАРНОГО ШВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ИСПЫТАНИЯ НА УДАР**



ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Размеры образца должны соответствовать требованиям стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M, *Швы сварные. стандартные методы испытаний для определения механических свойств.*

ПРИМЕЧАНИЕ:

(а) Если при подготовке испытательной пластины применяется наплавка на кромки (см. рисунок 2), возможно потребуется уменьшить размер $T/2$ чтобы гарантировать, что часть наплавленного слоя не окажется в зоне надреза образца для испытания на удар.

аустенитный металл более подвержен растрескиванию при высоких

температурах (см. п. А6). Установлено, что такие металлы сварных швов требуют разумного баланса состава, чтобы соответствовать критерию поперечного расширения 15 мкдюймов [0,38 мм] даже при умеренно низких температурах, порядка -150°F [-100°C].

A9.3.3 Если уделяется особое внимание химическому составу наплавленного металла в целях максимального повышения ударной вязкости, то можно использовать следующие классификации электродов: E308L-XX, E316L-XX, и E316LMn-XX. Опубликованные исследования о влиянии изменений химического состава на ударную вязкость сварных соединений для этих типов электродов показали следующее:

A9.3.3.1 Содержание и углерода, и азота оказывает сильное отрицательное влияние на ударную вязкость металла сварного шва, поэтому содержание этих элементов должно быть минимальным. Предпочтительны наплавленные металлы из низкоуглеродистой стали с содержанием азота менее 0,06 %.

A9.3.3.2 Никель, видимо, является единственным химическим элементом, повышение содержания которого в металле сварного шва улучшает его ударную вязкость.

A9.3.3.3 Дельта-феррит вреден; поэтому рекомендуется понижать содержание феррита (оно не должно превышать 3 FN) в металле сварного шва. Предпочтителен металл сварного шва, не содержащий феррита (полностью аустенитный); и чем более аустенитный, тем лучше.

A9.3.3.4 Наилучшим по составу оказался полностью аустенитный присадочный металл E316L, поскольку с его помощью легче получить не содержащий феррита металл сварного шва, отвечающий при этом требованиям стандарта AWS A5.4 к химическому составу и сохраняющий трещиностойкость.

A9.3.3.5 При использовании электродов с покрытием, содержащим известь (обычно типа -15) проявляется тенденция создания сварных конструкций с несколько большими значениями поперечного расширения для образцов с V-образным надрезом Шарпи, чем при использовании электродов с покрытием,

содержащим диоксид титана (обычно типов -16, -17 и -26); при этом факторы, влияющие на состав металла сварного шва, примерно одинаковы. Похоже, это обусловлено двумя причинами.

A9.3.3.5.1 Содержащие известь в покрытии электроды для дуговой сварки обычно обеспечивают лучшую защиту от проникновения азота в металл сварного шва по сравнению с электродами, имеющими покрытие на основе диоксида титана. Как было отмечено выше, азот оказывает существенное негативное влияние на ударную вязкость сварного шва.

A9.3.3.5.2 Оказалось, что электроды с покрытием, содержащим известь, для дуговой сварки дают металл сварного шва с меньшими уровнями содержания кислорода или включений (т.е. более чистый металл сварного шва). Предположения, изложенные выше, особенно важны, когда предполагаемое применение связано с очень низкими температурами, порядка -320°F [-196°C].

A9.3.4 Ограниченные данные о покрытых электродах для дуговой сварки свидетельствуют о том, что сварка в вертикальной позиции по сравнению со сваркой в нижней позиции не снижает ударную вязкость при условии, что оператор достаточно хорошо владеет техникой сварки.

A9.3.5 В случае предполагаемой эксплуатации при температурах ниже -150°F [-100°C] рекомендуется, чтобы каждая партия электродов проходила квалификацию при испытании образцов с V-образным надрезом Шарпи. Если такие испытания требуются, образцы берутся из испытательного узла, подготовленного согласно рис.2. Образцы для испытания на удар должны располагаться в испытательном узле как показано на рис. А.4. Образцы необходимо подготовить и испытать в соответствии с описанием в разделах об испытаниях на удар последнего издания стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M], *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.* Температура испытаний должна выбираться исходя из предполагаемых условий эксплуатации.

A10. Отмененные классы

По мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. В течение срока действия настоящих технических условий были отменены классы, перечисленные в таблице А2, по годам их последнего включения в настоящие технические условия.

ТАБЛИЦА А.2
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССЫ ^(А)

Классификация AWS	Последняя дата публикации в А5.4
EXXX-25	1948, 1992 ^(В)
EXXX-26	1948 ^(С)
E308ELC-XX	1955 ^(D)
E316ELC-XX	1955 ^(D)
E502-XX	1992 ^(E)
E505-XX	1992 ^(F)
E7Cr-XX	1992 ^(G)
E308MoL-XX	1992 ^(H)
E309MoL-XX	1992 ^(H)
E309Cb-XX 1992 ^(I)	1992 ^(I)
E310Cb-XX	1992 ^(I)

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (А) См. п. А10, «Отмененные классы» (в приложении А).
- (В) Классы -25 были отменены в издании А5.4 от 1955 года, введены снова в издании 1992 года, и снова отменены в издании 2006 года.
- (С) Классы -26 были отменены в издании А5.4 от 1955 года, и введены снова в издании 1992 года.
- (D) Начиная с издания А5.4 1962 года, обозначение для низководородных классов было изменено с «ELC» на «L». Таким образом, классы E308ELC-XX и E316ELC-XX не были отменены, но были изменены на E308L-XX и E316L-XX, соответственно.
- (E) Этот класс перенесен в ANSI/AWS А5.5 в 1996 году, под новым обозначением E801X-B6 и E801X-B6L.
- (F) Этот класс перенесен в ANSI/AWS А5.5 в 1996 году, под новым обозначением E801X-B8 и E801X-B8L.
- (G) Этот класс перенесен в ANSI/AWS А5.5 в 1996 году, под новым обозначением E801X-B7 и E801X-B7L.
- (H) Эти классы не были отменены, но были изменены на E308LМо-XX и E309LМо-XX, чтобы отразить тот факт, что низководородное обозначение «L» является более важным суффиксом.
- (I) Эти классы не были отменены, но были изменены на E309Nb-XX и E310Nb-XX, чтобы отразить введение для ниобия суффикса Nb вместо Cb.

А11. Общая информация по технике безопасности

А11.1 Вопросы безопасности и охраны здоровья выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Информация о безопасности и охране здоровья содержится в секции А5 приложения. Аналогичные сведения можно почерпнуть из других источников, в том числе из перечисленных в п. А11.3 таблиц данных по безопасности и здоровью стандарта ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*¹², а также из соответствующих федеральных норм и законодательства отдельных штатов

А11.2 **Таблицы данных по безопасности и здоровью.** Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные ниже, изданы AWS. Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. таблицы данных по безопасности и здоровью периодически изменяются и к ним добавляются новые данные.

А11.3 Указатель по таблицам данных по безопасности и здоровью (SHF)¹⁴

№.	Название
1	Пары и газы
2	Радиация
3	Шум
4	Сварочные пары хрома и никеля
5	Угроза электрического шока
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Защита от механических повреждений
9	Предотвращение падений
10	Падающие объекты
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономичность сварочного оборудования
14	Графические символы на предупредительных знаках
15	Руководство по оформлению документов по здоровью и безопасности
16	Ритмоводители и сварка
17	Электрические и магнитные поля
18	Отключение питания и вывешивание предупреждающих ярлыков
19	Лазерная сварка и безопасность при резке
20	Безопасность при термическом напылении
21	Точечная контактная сварка
22	Выход кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Калифорнийское предложение 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла и газами
26	Наблюдение дуги с безопасного расстояния
27	Электроды из торированного вольфрама
28	Безопасность при работе с кислородогазовым топливом: обратные клапаны и предохранительные затворы
29	Заземление переносных и смонтированных на базовой машине генераторов сварки
30	Баллоны: безопасность при хранении, транспортировке и эксплуатации

¹³ Стандарт ANSI Z49.1 публикуется Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

¹⁴ Стандарты AWS публикуются Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ПОКРЫТЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ СЛАБОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.5/SFA-5.5M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.5/A5.5M:2006. В спорных случаях используется исходный вариант.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов из низколегированной стали для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей металлическим покрытым электродом. Они включают сплавы, в которых содержание ни одного из легирующих элементов не превышает 10,5 %.

1.2 Вопросы безопасности и охраны здоровья не входят в область описания данного стандарта и, соответственно, раскрываются здесь не в полной мере. Некоторые сведения относительно безопасности и охраны здоровья можно найти в необязательном приложении, секции A5 и A10. Информацию по вопросам безопасности и охраны здоровья можно получить из других источников, например (но не исключительно) из ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, а также из соответствующих федеральных и местных законов.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Размеры, приведенные в тех и других единицах, не являются равными с абсолютной точностью; поэтому каждую систему следует использовать независимо от другой и избегать любого их комбинирования при описании свойств металла шва. Технические условия с обозначением A5.5 используют единицы США. Технические условия с обозначением A5.5M используют единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и рисунков. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера электродов или деталей как по техническим условиям A5.5, так и по A5.5M.

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 Указанные ниже стандарты содержат требования, которые с помощью соответствующих ссылок входят в состав требований данного стандарта AWS. В случае ссылок на датированные источники не следует автоматически применять последующие дополнения и изменения данных публикаций. Тем не менее, при заключении како-

го-либо соглашения на основе данного стандарта AWS заинтересованным сторонам рекомендуется изучить возможность применения самых последних изданий указанных документов. В случае ссылок на недатированные источники, следует применять последнее издание указанного документа.

2.2 В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты AWS¹:

(a) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*;

(b) AWS A4.3, *Стандартные методы определения содержания диффузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва, выполненного с помощью дуговой сварки*;

(c) AWS A4.4M, *Стандартные методы определения содержания влаги в сварочных флюсах и флюсовых покрытиях сварочных электродов*;

(d) AWS B4.0 [B4.0M], *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*.

2.3 В обязательных частях данного документа упоминается следующий стандарт ANSI²:

(a) ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

2.4 В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты ASTM³:

(a) ASTM A 29/A 29M, *Сортовой прокат, из углеродистой и легированной стали, горячекованный. Технические условия. Общие требования*;

(b) ASTM A 36/A 36M *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия*;

(c) ASTM A 203/A 203M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, никелевая сталь. Технические условия*;

(d) ASTM A 204/A 204M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная сталь, молибденовая сталь. Технические условия*;

¹ Стандарты AWS публикуются Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Этот стандарт ANSI публикуется Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Стандарты ASTM публикуются Американским обществом испытаний и материалов, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

(e) ASTM A 283/A 283M, *Сталь толстолистовая, углеродистая, низко- и среднепрочная. Технические условия;*

(f) ASTM A 302/A 302M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, марганцевомолибденовая и марганцевомолибденоникелевая. Технические условия;*

(g) ASTM A 387/A 387M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, хромомолибденовая сталь. Технические условия;*

(h) ASTM A 514/A 514M, *Сталь толстолистовая с высоким пределом текучести, закаленная и отпущенная, сварочная. Технические условия;*

(i) ASTM A 516/A 516M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях умеренных и низких температур. Технические условия;*

(j) ASTM A 517/A 517M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, высокопрочная, закаленная и отпущенная. Технические условия;*

(k) A 533/A 533M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, закаленная и отпущенная, марганцевомолибденовая и марганцевомолибденоникелевая. Технические условия;*

(l) A 537/A 537M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, термообработанная, кремниевомарганцевоуглеродистая. Технические условия;*

(m) ASTM A 543/A 543M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, закаленная и отпущенная, хромомолибденовая. Технические условия;*

(n) ASTM A 588/A 588M, *Сталь конструкционная низколегированная высокопрочная с нижним пределом текучести 50 кфунт/кв. дюйм [345 МПа] при толщине до 4 дюйма [100 мм]. Технические условия;*

(o) ASTM A 709/A 709M, *Сталь конструкционная мостовая. Технические условия;*

(p) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям;*

(q) ASTM E 350, *Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа;*

(r) ASTM E 1032, *Стандартный метод радиографического испытания сварных узлов.*

2.5 В обязательных частях данного документа упоминается следующий стандарты ISO⁴:

(a) ISO 544, *Материалы, расходные для сварки. Технические условия поставки присадочных материалов. Вид продукции, размеры, допуск и маркировки.*

2.6 В обязательных частях данного документа упоминаются следующие технические условия DOD⁵:

(a) NAVSEA Техническое издание T9074-BD-GIB010/0300, *Основные материалы для критически важных приложений: Требования к листам, поковкам, отливкам, профилям, прокату, HY-80/100/130 и HSLA-80/100*

2.7 В обязательных частях данного документа упоминаются следующие технические условия API⁶:

(a) API Spec 5L, *Технические требования к магистральным трубопроводам.*

3. Классификация

3.1 При классификации сварных электродов, на которые распространяется действие технических условий A5.5, используется система классификации, показанная на рис. 9, на основе принятых в США единиц измерения; классификация производится в соответствии с:

- (a) тип тока (таблица 1);
- (b) тип покрытия (таблица 1);
- (c) позиция при сварке (таблица 1);
- (d) химический состав металла шва (таблица 2);
- (e) механические свойства металла шва с состоянием непосредственно после сварки либо после послесварочной термообработки (таблицы 3 и 4).

3.1M При классификации сварных электродов, на которые распространяется действие технических условий A5.5, используется система классификации, показанная на рис. 9, на основе международной системы единиц (СИ); классификация производится в соответствии с:

- (a) тип тока (таблица 1);
- (b) тип покрытия (таблица 1);
- (c) позиция при сварке (таблица 1);
- (d) химический состав металла шва (таблица 2);
- (e) механические свойства металла шва с состоянием непосредственно после сварки либо после послесварочной термообработки (таблицы 3 и 4).

3.2 Отнесенные к одному классу материалы не должны классифицироваться под другим обозначением в настоящих технических условиях. Однако, материал может быть классифицирован одновременно и по системам классификации A5.5 и A5.5M.

4. Приемка

Приемка⁷ сварочных электродов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁸

⁴ Стандарты ISO публикуются Международной организацией по стандартизации, 1, rue de Varembe, Case postale 56, CH1211 Geneva 20, Switzerland.

⁵ Стандарты DOD публикуются Министерством обороны США (DODSSP), Standardization Documents Order Desk, 700 Robbins Avenue, Bldg. 4D, Philadelphia, PA 19111-5094.

⁶ Технические условия API публикуются Американским нефтяным институтом, 1220 L Street, NW, Washington, DC 20005-4070.

⁷ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3 приложения и в AWS A5.01.

⁸ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4 приложения.

ТАБЛИЦА 1
КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация AWS ^(A)		Тип покрытия	Позиция при сварке ^(B)	Тип тока ^(C)
A5.5	A5.5M			
E7010-X	E4910-X	натрий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	дсеп
E7011-X	E4911-X	калий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	ас или дсеп
E7015-X ^(D,E)	E4915-X ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E7016-X ^(D,E)	E4916-X ^(D,E)	калий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E7018-X ^(D,E)	E4918-X ^(D,E)	калий, железный поронок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E7020-X	E4920-X	высокое содержание оксида железа ^(E)	H-fillets F	ас или dсеп ас, дсеп, или dсеп
E7027-X	E4927-Xht	железный поронок ^(F) , высокое содержание оксида железа	H-fillets F	ас или dсеп ас, дсеп, или dсеп
E8010-X	E5510-X	натрий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	дсеп
E8011-G	E5511-G	калий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	ас или дсеп
E8013-G	E5513-G	калий, высокое содержание титана	F, V, OH, H	ас, дсеп, или dсеп
E8015-X ^(D,E)	E5515-X ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E8016-X ^(D,E)	E5516-X ^(D,E)	калий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E8018-X ^(D,E)	E5518-X ^(D,E)	калий, железный поронок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E8045-P2 ^(D,E)	E5545-P2 ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, OH, H, V-down	дсеп
E9010-G	E6210-G	натрий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	дсеп
E9010-X	E6210-X	натрий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	дсеп
E9011-G	E6211-G	калий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	ас или дсеп
E9013-G	E6213-G	калий, высокое содержание титана	F, V, OH, H	ас, дсеп, или dсеп
E9015-X ^(D,E)	E6215-X ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E9016-X ^(D,E)	E6216-X ^(D,E)	калий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E9018-X ^(D,E)	E6218-X ^(D,E)	калий, железный поронок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E9018M ^(D,E)	E6218M ^(D,E)	железный порошок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E9045-P2 ^(D,E)	E6245-P2 ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, OH, H, V-down	дсеп
E10010-G	E6910-G	натрий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	дсеп
E10011-G	E6911-G	калий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	ас или дсеп
E10013-G	E6913-G	калий, высокое содержание титана	F, V, OH, H	ас, дсеп, или dсеп
E10015-X ^(D,E)	E6915-X ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E10016-X ^(D,E)	E6916-X ^(D,E)	калий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E10018-X ^(D,E)	E6918-X ^(D,E)	калий, железный поронок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E10018M ^(D,E)	E6918M ^(D,E)	железный порошок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E10045-P2 ^(D,E)	E6945-P2 ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, OH, H, V-down	дсеп
E11010-G	E7610-G	натрий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	дсеп
E11011-G	E7611-G	калий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	ас или дсеп
E11013-G	E7613-G	калий, высокое содержание титана	F, V, OH, H	ас, дсеп, или dсеп
E11015-G ^(D,E)	E7615-G ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E11016-G ^(D,E)	E7616-G ^(D,E)	калий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E11018-G ^(D,E)	E7618-G ^(D,E)	калий, железный поронок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E11018M ^(D,E)	E7618M ^(D,E)	железный порошок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E12010-G	E8310-G	натрий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	дсеп
E12011-G	E8311-G	калий, высокое содержание целлюлозы	F, V, OH, H	ас или дсеп
E12013-G	E8313-G	калий, высокое содержание титана	F, V, OH, H	ас, дсеп, или dсеп
E12015-G ^(D,E)	E8315-G ^(D,E)	натрий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E12016-G ^(D,E)	E8316-G ^(D,E)	калий, низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E12018-G ^(D,E)	E8318-G ^(D,E)	калий, железный порошок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	ас или дсеп
E12018M ^(D,E)	E8318M ^(D,E)	железный порошок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп
E12018IV11 ^(D,E)	E8318M1 ^(D,E)	железный порошок ^(F) , низкое содержание водорода	F, V, OH, H	дсеп

ТАБЛИЦА 1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОДОВ

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (A) Буква «X» в этой таблице и везде в настоящих технических условиях заменяет в классификационном обозначении любое разрешенное (см. рис. 9).
- (B) Сокращения F, V, V-down, OH, H, и H-fillets обозначают позицию при сварке: F = нижняя; H = горизонтальная; H-fillets = горизонтальная угловая; V = вертикальная (для электродов размером $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] и менее, а также для электродов классов E(X)XX15-X, E(X)XX16-X, E(X)XX18-X, and E(X)XX18M(1) размером $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и менее); V-down = вертикальная, с продвижением вниз; OH = верхняя (потолочная) (для электродов размером $\frac{3}{16}$ дюйма [5,0 мм] и менее, а также для электродов классов E(X)XX15-X, E(X)XX16-X, E(X)XX18-X, и E(X)XX18M(1) размером $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и менее).
- (C) ac = переменный ток
dc = постоянный ток
dcsp = постоянный ток, электрод положительный (постоянный ток, обратная полярность)
dcen = постоянный ток, электрод отрицательный (постоянный ток, прямая полярность).
- (D) Электроды классов E(X)XX15-X, E(X)XX16-X, E(X)XX18-X, E(X)XX18M(1) и E(X)XX45-P2, удовлетворяющие требованиям к содержанию поглощенной влаги в табл. 11, могут быть классифицированы далее как указано в табл. 11 и на рис. 9.
- (E) Электроды классов E(X)XX15-X, E(X)XX16-X, E(X)XX18-X, E(X)XX18M(1) и E(X)XX45-P2, металл шва которых удовлетворяет требованиям к максимальному среднему содержанию диффузионного водорода в табл. 12, могут быть классифицированы далее как указано в табл. 12 и на рис. 9.
- (F) Термин «железный порошок» включает также порошки других металлов, добавляемые к покрытию для легирования металла шва (см. п. A6.14).

6. Правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунт/кв. дюйм по A5.5 [или до ближайших 10 МПа по A5.5M], а другие значения – с точностью до ближайшей единицы в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E29.

7. Обзор испытаний

Требуемые для каждого класса испытания приведены в таблице 5. Целью этих испытаний является определение химического состава, механических свойств и наличия дефектов металла шва, эксплуатационной пригодности электрода, и содержания влаги в покрытии низкоуглеродистых электродов. Основным металлом испытательного узла, процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в секциях 9 - 15. Дополнительные испытания на поглощение влаги (см. секцию 16) и на содержание диффузионного водорода (см. секцию 17), не являются обязательными для классификации низкоуглеродистых электродов (см. примечание к таблице 5).

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального испытательного узла либо из нового испытательного узла. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

В случае если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла или испытательных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9. Испытательные сварные узлы

9.1 Для проведения классификационных испытаний требуются четыре испытательных сварных узла:

(a) наплавка, показанная на рис. 2, для химического анализа металла шва;

(b) шов с разделкой кромок, показанный на рис. 2, для испытания механических свойств и бездефектности металла шва для всех классов кроме E(X)XX18M(1);

(c) угловой шов, показанный на рис. 3, для определения эксплуатационной пригодности электрода;

(d) шов с разделкой кромок, показанный на рис. 4, как альтернативы пункту (b) выше, для испытания механических свойств и бездефектности металла шва, наплавленного электродами классов E(X)XX18M(1).

Образец для анализа можно также отбирать из суженного сечения разрушенного образца для испытания на растяжение, или из соответствующего участка (или любого участка выше него) шва с разделкой кромок, показанного на рис. 2 и 4; это дает возможность избежать необходимости приготовления наплавки. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки.

9.2 Подготовка каждого испытательного узла производится согласно пп. 9.3 — 9.5. Основным металлом каждого узла должен отвечать требованиям таблицы 6 и технических условий ASTM, указанных в данной таблице, или эквивалентных технических условий.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА

Классификация AWS ^(C)			Содержание, вес. % ^(A, B)								Другие эле- менты	
A5.5	A5.5M	Номер UNS ^(D)	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Тип	Кол-во
Электроды из молибденоуглеродистой стали												
E7010-A1	E4910-A1	W17010	0,12	0,60	0,40	0,03	0,03	...	...	0,40–0,65	...	...
E7011-A1	E4911-A1	W17011	0,12	0,60	0,40	0,03	0,03	...	...	0,40–0,65	...	...
E7015-A1	E4915-A1	W17015	0,12	0,90	0,60	0,03	0,03	...	...	0,40–0,65	...	...
E7016-A1	E4916-A1	W17016	0,12	0,90	0,60	0,03	0,03	...	...	0,40–0,65	...	...
E7018-A1	E4918-A1	W17018	0,12	0,90	0,80	0,03	0,03	...	...	0,40–0,65	...	...
E7020-A1	E4920-A1	W17020	0,12	0,60	0,40	0,03	0,03	...	...	0,40–0,65	...	...
E7027-A1	E4927-A1	W17027	0,12	1,00	0,40	0,03	0,03	...	...	0,40–0,65	...	...
Электроды из хромомолибденовой стали												
E8016-B1	E5516-B1	W51016	0,05–0,12	0,90	0,60	0,03	0,03	...	0,40–0,65	0,40–0,65	...	...
E8018-B1	E5518-B1	W51018	0,05–0,12	0,90	0,80	0,03	0,03	...	0,40–0,65	0,40–0,65	...	...
E8016-B2	E5516-B2	W52016	0,05–0,12	0,90	0,60	0,03	0,03	...	1,00–1,50	0,40–0,65	...	...
E8018-B2	E5518-B2	W52018	0,05–0,12	0,90	0,80	0,03	0,03	...	1,00–1,50	0,40–0,65	...	...
E7015-B2L	E4915-B2L	W52115	0,05	0,90	1,00	0,03	0,03	...	1,00–1,50	0,40–0,65	...	...
E7016-B2L	E4916-B2L	W52116	0,05	0,90	0,60	0,03	0,03	...	1,00–1,50	0,40–0,65	...	...
E7018-B2L	E4918-B2L	W52118	0,05	0,90	0,80	0,03	0,03	...	1,00–1,50	0,40–0,65	...	...
E9015-B3	E6215-B3	W53015	0,05–0,12	0,90	1,00	0,03	0,03	...	2,00–2,50	0,90–1,20	...	...
E9016-B3	E6216-B3	W53016	0,05–0,12	0,90	0,60	0,03	0,03	...	2,00–2,50	0,90–1,20	...	...
E9018-B3	E6218-B3	W53018	0,05–0,12	0,90	0,80	0,03	0,03	...	2,00–2,50	0,90–1,20	...	...
E8015-B3L	E5515-B3L	W53115	0,05	0,90	1,00	0,03	0,03	...	2,00–2,50	0,90–1,20	...	...
E8018-B3L	E5518-B3L	W53118	0,05	0,90	0,80	0,03	0,03	...	2,00–2,50	0,90–1,20	...	...
E8015-B4L	E5515-B4L	W53415	0,05	0,90	1,00	0,03	0,03	...	1,75–2,25	0,40–0,65	...	...
E8016-B5	E5516-B5	W51316	0,07–0,15	0,40–0,70	0,30–0,60	0,03	0,03	...	0,40–0,60	1,00–1,25	V	0,05
E8015-B6 ^(E)	E5515-B6 ^(E)	W50215	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	4,0–6,0	0,45–0,65	...	...
E8016-B6 ^(E)	E5516-B6 ^(E)	W50216	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	4,0–6,0	0,45–0,65	...	...
E8018-B6 ^(E)	E5518-B6 ^(E)	W50218	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	4,0–6,0	0,45–0,65	...	...
E8015-B6L ^(E)	E5515-B6L ^(E)	W50205	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	4,0–6,0	0,45–0,65	...	...
E8016-B6L ^(E)	E5516-B6L ^(E)	W50206	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	4,0–6,0	0,45–0,65	...	...
E8018-B6L ^(E)	E5518-B6L ^(E)	W50208	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	4,0–6,0	0,45–0,65	...	...

A08

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^(C)		Содержание, вес. % ^(A,B)									Другие элементы	
		Номер UNS ^(D)	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Тип	Кол-во
A5.5	A5.5M											
Электроды из хромомолибденовой стали (продолжение)												
E8015-B7 ^(E)	E5515-B7 ^(E)	W50315	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	6,0–8,0	0,45–0,65	...	...
E8016-B7 ^(E)	E5516-B7 ^(E)	W50316	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	6,0–8,0	0,45–0,65	...	...
E8018-B7 ^(E)	E5518-B7 ^(E)	W50318	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	6,0–8,0	0,45–0,65	...	...
E8015-B7L ^(E)	E5515-B7L ^(E)	W50305	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	6,0–8,0	0,45–0,65	...	...
E8016-B7L ^(E)	E5516-B7L ^(E)	W50306	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	6,0–8,0	0,45–0,65	...	...
E8018-B7L ^(E)	E5518-B7L ^(E)	W50308	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	6,0–8,0	0,45–0,65	...	...
E8015-B8 ^(E)	E5515-B8 ^(E)	W50415	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	8,0–10,5	0,85–1,20	...	...
E8016-B8 ^(E)	E5516-B8 ^(E)	W50416	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	8,0–10,5	0,85–1,20	...	...
E8018-B8 ^(E)	E5518-B8 ^(E)	W50418	0,05–0,10	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	8,0–10,5	0,85–1,20	...	...
E8015-B8L ^(E)	E5515-B8L ^(E)	W50405	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	8,0–10,5	0,85–1,20	...	...
E8016-B8L ^(E)	E5516-B8L ^(E)	W50406	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	8,0–10,5	0,85–1,20	...	...
E8018-B8L ^(E)	E5518-B8L ^(E)	W50408	0,05	1,0	0,90	0,03	0,03	0,40	8,0–10,5	0,85–1,20	...	...
E9015-B9 ^(J)	E6215-B9 ^(J)	W50425	0,08–0,13	1,20	0,30	0,01	0,01	0,80	8,0–10,5	0,85–1,20	V Cu Al Nb (Cb) N	0,15–0,30 0,25 0,04 0,02–0,10 0,02–0,07
E9016-B9 ^(J)	E6216-B9 ^(J)	W50426	0,08–0,13	1,20	0,30	0,01	0,01	0,80	8,0–10,5	0,85–1,20	V Cu Al Nb (Cb) N	0,15–0,30 0,25 0,04 0,02–0,10 0,02–0,07
E9018-B9 ^(J)	E6218-B9 ^(J)	W50428	0,08–0,13	1,20	0,30	0,01	0,01	0,80	8,0–10,5	0,85–1,20	V Cu Al Nb (Cb) N	0,15–0,30 0,25 0,04 0,02–0,10 0,02–0,07
Электроды из никелевой стали												
E8016-C1	E5516-C1	W22016	0,12	1,25	0,60	0,03	0,03	2,00–2,75	...	...	...	...
E8018-C1	E5518-C1	W22018	0,12	1,25	0,60	0,03	0,03	2,00–2,75	...	...	...	...

A08

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^(C)		Содержание, вес. % ^(A,B)										Другие элементы	
		Номер UNS ^(D)	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo			
A5.5	A5.5M												
Электроды из никелевой стали (продолжение)													
E7015-C1L	E4915-C1L	W22115	0,05	1,25	0,50	0,03	0,03	2,00–2,75	...	...	...	...	
E7016-C1L	E4916-C1L	W22116	0,05	1,25	0,50	0,03	0,03	2,00–2,75	...	...	...	...	
E7018-C1L	E4918-C1L	W22118	0,05	1,25	0,50	0,03	0,03	2,00–2,75	...	...	...	...	
E8016-C2	E5516-C2	W23016	0,12	1,25	0,60	0,03	0,03	3,00–3,75	...	...	...	...	
E8018-C2	E5518-C2	W23018	0,12	1,25	0,80	0,03	0,03	3,00–3,75	...	...	...	...	
E7015-C2L	E4915-C2L	W23115	0,05	1,25	0,50	0,03	0,03	3,00–3,75	...	...	...	...	
E7016-C2L	E4916-C2L	W23116	0,05	1,25	0,50	0,03	0,03	3,00–3,75	...	...	...	...	
E7018-C2L	E4918-C2L	W23118	0,05	1,25	0,50	0,03	0,03	3,00–3,75	...	...	...	...	
E8016-C3	E5516-C3	W21016	0,12	0,40–1,25	0,80	0,03	0,03	0,80–1,10	0,15	0,35	V	0,05	
E8018-C3	E5518-C3	W21018	0,12	0,40–1,25	0,80	0,03	0,03	0,80–1,10	0,15	0,35	V	0,05	
E7018-C3L	E4918-C3L	W20918	0,08	0,40–1,40	0,50	0,03	0,03	0,80–1,10	0,15	0,35	V	0,05	
E8016-C4	E5516-C4	W21916	0,10	1,25	0,60	0,03	0,03	1,10–2,00	...	...	...	...	
E8018-C4	E5518-C4	W21918	0,10	1,25	0,80	0,03	0,03	1,10–2,00	...	...	...	...	
E9015-C5L	E6215-C5L	W25018	0,05	0,40–1,00	0,50	0,03	0,03	6,00–7,25	...	...	...	...	
Электроды из никельмолибденовой стали													
E8018-NM1	E5518-NM1	W21118	0,10	0,80-1,25	0,60	0,02	0,02	0,80–1,10	0,10	0,40–0,65	V Cu Al	0,02 0,10 0,05	
Электроды из марганцевомолибденовой стали													
E8018-D1	E5518-D1	W18118	0,12	1,00–1,75	0,80	0,03	0,03	0,90	...	0,25–0,45	...	...	
E9015-D1	E6215-D1	W19015	0,12	1,00–1,75	0,60	0,03	0,03	0,90	...	0,25–0,45	...	...	
E9018-D1	E6218-D1	W19018	0,12	1,00–1,75	0,80	0,03	0,03	0,90	...	0,25–0,45	...	...	
E10015-D2	E6915-D2	W10015	0,15	1,65–2,00	0,60	0,03	0,03	0,90	...	0,25–0,45	...	...	
E10016-D2	E6916-D2	W10016	0,15	1,65–2,00	0,60	0,03	0,03	0,90	...	0,25–0,45	...	...	
E10018-D2	E6918-D2	W10018	0,15	1,65–2,00	0,80	0,03	0,03	0,90	...	0,25–0,45	...	...	

A08

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^(C)		Содержание, вес. % ^(A,B)										Другие элементы	
		Номер UNS ^(D)	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo			
A5.5	A5.5M										Тип	Кол-во	
Электроды из марганцевомолибденовой стали (продолжение)													
E8016-D3	E5516-D3	W18016	0,12	1,00–1,80	0,60	0,03	0,03	0,90	...	0,40–0,65	...	...	
E8018-D3	E5518-D3	W18018	0,12	1,00–1,80	0,80	0,03	0,03	0,90	...	0,40–0,65	...	...	
E9018-D3	E6218-D3	W19118	0,12	1,00–1,80	0,80	0,03	0,03	0,90	...	0,40–0,65	...	...	
Электроды из низколегированной стали общего класса													
E(X)XX10-G(F)	EXX10-G ^(F)	...	...	1,00 мин. ^(G)	0,80 мин. ^(G)	0,03	0,03	0,50 мин. ^(G)	0,30 мин. ^(G)	0,20 мин. ^(G)	V	0,10 мин. ^(G)	
											Cu	0,20 мин. ^(G)	
E(X)XX11-G(F)	EXX11-G(F)	...	...	1,00 мин.(G)	0,80 мин.(G)	0,03	0,03	0,50 мин.(G)	0,30 мин.(G)	0,20 мин.(G)	V	0,10 мин.(G)	
											Cu	0,20 мин.(G)	
E(X)XX13-G(F)	EXX13-G(F)	...	...	1,00 мин.(G)	0,80 мин.(G)	0,03	0,03	0,50 мин.(G)	0,30 мин.(G)	0,20 мин.(G)	V	0,10 мин.(G)	
											Cu	0,20 мин.(G)	
E(X)XX15-G(F)	EXX15-G(F)	...	...	1,00 мин.(G)	0,80 мин.(G)	0,03	0,03	0,50 мин.(G)	0,30 мин.(G)	0,20 мин.(G)	V	0,10 мин.(G)	
											Cu	0,20 мин.(G)	
E(X)XX16-G(F)	EXX16-G(F)	...	...	1,00 мин.(G)	0,80 мин.(G)	0,03	0,03	0,50 мин.(G)	0,30 мин.(G)	0,20 мин.(G)	V	0,10 мин.(G)	
											Cu	0,20 мин.(G)	
E(X)XX18-G(F)	EXX18-G(F)	...	...	1,00 мин.(G)	0,80 мин.(G)	0,03	0,03	0,50 мин.(G)	0,30 мин.(G)	0,20 мин.(G)	V	0,10 мин.(G)	
											Cu	0,20 мин.(G)	
E7020-G	E4920-G	...	...	1,00 мин.(G)	0,80 мин.(G)	0,03	0,03	0,50 мин.(G)	0,30 мин.(G)	0,20 мин.(G)	V	0,10 мин.(G)	
											Cu	0,20 мин.(G)	
E7027-G	E4927-G	...	...	1,00 мин.(G)	0,80 мин.(G)	0,03	0,03	0,50 мин.(G)	0,30 мин.(G)	0,20 мин.(G)	V	0,10 мин.(G)	
											Cu	0,20 мин.(G)	
Электроды для военного применения													
E9018M ^(H)	E6218M ^(H)	W21218	0,10	0,60–1,25	0,80	0,030	0,030	1,40–1,80	0,15	0,35	V	0,05	
E10018M ^(H)	E6918M ^(H)	W21318	0,10	0,75–1,70	0,60	0,030	0,030	1,40–2,10	0,35	0,25–0,50	V	0,05	
E11018M ^(H)	E7618M ^(H)	W21418	0,10	1,30–1,80	0,60	0,030	0,030	1,25–2,50	0,40	0,25–0,50	V	0,05	
E12018M ^(H)	E8318M ^(H)	W22218	0,10	1,30–2,25	0,60	0,030	0,030	1,75–2,50	0,30–1,50	0,30–0,55	V	0,05	
E12018M1 ^(H)	E8318M1 ^(H)	W23218	0,10	0,80–1,60	0,65	0,015	0,012	3,00–3,80	0,65	0,20–0,30	V	0,05	

A08

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^(C)		Содержание, вес. % ^(A,B)									Другие элементы	
		Номер UNS ^(D)	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Тип	Кол-во
Электроды для трубопроводов												
E7010-P1	E4910-P1	W17110	0,20	1,20	0,60	0,03	0,03	1,00	0,30	0,50	V	0,10
E8010-P1	E5510-P1	W18110	0,20	1,20	0,60	0,03	0,03	1,00	0,30	0,50	V	0,10
E9010-P1	E6210-P1	W19110	0,20	1,20	0,60	0,03	0,03	1,00	0,30	0,50	V	0,10
E8018-P2	E5518-P2	W18218	0,12	0,90–1,70	0,80	0,03	0,03	1,00	0,20	0,50	V	0,05
E9018-P2	E6218-P2	W19218	0,12	0,90–1,70	0,80	0,03	0,03	1,00	0,20	0,50	V	0,05
E8045-P2	E5545-P2	W18245	0,12	0,90–1,70	0,80	0,03	0,03	1,00	0,20	0,50	V	0,05
E9045-P2	E6245-P2	W19245	0,12	0,90–1,70	0,80	0,03	0,03	1,00	0,20	0,50	V	0,05
E10045-P2	E6945-P2	W10245	0,12	0,90–1,70	0,80	0,03	0,03	1,00	0,20	0,50	V	0,05
Стальные электроды из атмосферостойкой стали												
E7018-W1 ^(I)	E4918-W1 ^(I)	W20018	0,12	0,40–0,70	0,40–0,70	0,025	0,025	0,20–0,40	0,15–0,30	...	V	0,08
E8018-W2 ^(I)	E5518-W2 ^(I)	W20118	0,12	0,50–1,30	0,35–0,80	0,03	0,03	0,40–0,80	0,45–0,70	...	Cu	0,30–0,60
											Cu	0,30–0,75

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Единственное значение соответствует максимальному, если не указано иначе.

(B) Металл шва следует проанализировать на элементы, для которых указано их содержание. Другие элементы, для которых содержание не указано, должны отражаться в отчете, если их добавили специально. Общее количество последних, а также всех остальных элементов, добавление которых не планировалось, не должно превышать 0,50 %.

(C) Суффиксы A1, B3, C3 и т. д. в классификационном обозначении обозначают химический состав.

(D) SAE-HS-1086/ASTM DS-56, Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.

(E) Электроды E8015-B6 [E5515-B6] и E8015-B6L [E5515-B6L] ранее классифицировались как E502-15 в AWS A5.4-92, Покрываемые электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки. Технические условия. Электроды E8016-B6 [E5516-B6] и E8016-B6L [E5516-B6L] ранее классифицировались как E502-16 в A5.4-92. Электроды E8018-B6 [E5518-B6] и E8018-B6L [E5518-B6L] ранее не классифицировались, однако производились как варианты E502 в A5.4-92, но с оболочкой EXX18 по настоящей классификации. Аналогично, классы E80XX-B7(L) [E55XX-B7(L)] ранее классифицировались как E7Cr-XX в A5.4-92; а E80XX-B8(L) CE55XX-B8(L)] ранее классифицировались как E505-XX в A5.4-92.

(F) Буквы «XX», использованные в классификационных обозначениях всех электродов в этой таблице обозначают различные уровни прочности на растяжение металла шва (70, 80, 90, 100, 110 и 120 тыс. фунтов/кв. дюйм [49, 55, 62, 69, 76, и 83 МПа x 10]).

(G) Для соответствия требованиям, предъявляемым к сплавам группы «G», неразбавленный металл шва должен содержать минимальное количество по крайней мере одного элемента из указанных в таблице. Дополнительные требования по химическому составу могут быть согласованы между поставщиком и покупателем.

(H) Эти классы аналогичны типам электродов, описанных в MIL-E-22200/1 и MIL-E-22200/10.

(I) В AWS A5.5-81, E7018-W1 [E4918-W1] обозначались как E7018-W, а E8018-W2 [E5518-W2] — как E8018-W.

(J) Содержание Mn + Ni не должно превышать 1,50 %.

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА РАСТЯЖЕНИЕ^(А, В)

Классификация AWS ^(С)		Предел прочности на растяжение		Предел текучести при 0,2% смещении по оси деформации		Удлинение	Состояние после сварки ^(D)
A5.5	A5.5M	тыс. фунтов/ кв. дюйм	МПа	тыс. фунтов/ кв. дюйм	МПа	%	
E7010-P1	E4910-P1	70	490	60	415	22	AW
E7010-A1	E4910-A1	70	490	57	390	22	PWHT
E7010-G	E4910-G	70	490	57	390	22	AW или PWHT
E7011-A1	E4911-A1	70	490	57	390	22	PWHT
E7011-G	E4911-G	70	490	57	390	22	AW или PWHT
E7015-X	E4915-X	70	490	57	390	22	PWHT
E7015-B2L	E4915-B2L	75	520	57	390	19	PWHT
E7015-G	E4915-G	70	490	57	390	22	AW или PWHT
E7016-X	E4916-X	70	490	57	390	22	PWHT
E7016-B2L	E4916-B2L	75	520	57	390	19	PWHT
E7016-G	E4916-G	70	490	57	390	22	AW или PWHT
E7018-X	E4918-X	70	490	57	390	22	PWHT
E7018-B2L	E4918-B2L	75	520	57	390	19	PWHT
E7018-C3L	E4918-C3L	70	490	57	390	22	AW
E7018-W1	E4918-W1	70	490	60	415	22	AW
E7018-G	E4918-G	70	490	57	390	22	AW или PWHT
E7020-A1	E4920-A1	70	490	57	390	22	PWHT
E7020-G	E4920-G	70	490	57	390	22	AW или PWHT
E7027-A1	E4927-A1	70	490	57	390	22	PWHT
E7027-G	E4927-G	70	490	57	390	22	AW или PWHT
E8010-P1	E5510-P1	80	550	67	460	19	AW
E8010-G	E5510-G	80	550	67	460	19	AW или PWHT
E8011-G	E5511-G	80	550	67	460	19	AW или PWHT
E8013-G	E5513-G	80	550	67	460	16	AW или PWHT
E8015-X	E5515-X	80	550	67	460	19	PWHT
E8015-B3L	E5515-B3L	80	550	67	460	17	PWHT
E8015-G	E5515-G	80	550	67	460	19	AW или PWHT
E8016-X	E5516-X	80	550	67	460	19	PWHT
E8016-C3	E5516-C3	80	550	от 68 до 80 ^(E)	от 470 до 550 ^(E)	24	AW
E8016-C4	E5516-C4	80	550	67	460	19	AW
E8016-G	E5516-G	80	550	67	460	19	AW или PWHT
E8018-X	E5518-X	80	550	67	460	19	PWHT
E8018-B3L	E5518-B3L	80	550	67	460	17	PWHT
E8018-C3	E5518-C3	80	550	от 68 до 80 ^(E)	от 470 до 550 ^(E)	24	AW
E8018-C4	E5518-C4	80	550	67	460	19	AW
E8018-NM1	E5518-NM1	80	550	67	460	19	AW
E8018-P2	E5518-P2	80	550	67	460	19	AW
E8018-W2	E5518-W2	80	550	67	460	19	AW
E8018-G	E5518-G	80	550	67	460	19	AW или PWHT
E8045-P2	E5545-P2	80	550	67	460	19	AW
E9010-P1	E6210-P1	90	620	77	530	17	AW
E9010-G	E6210-G	90	620	77	530	17	AW или PWHT
E9011-G	E6211-G	90	620	77	530	17	AW или PWHT

ТАБЛИЦА 3.
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА РАСТЯЖЕНИЕ^(A,B) (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^(C)		Предел прочности на растяжение		Предел текучести при 0,2% смещении по оси деформации		Удлинение	Состояние после сварки ^(D)
A5.5	A5.5M	кфунт/кв. дюйм	МПа	кфунт/кв. дюйм	A5.5	A5.5M	
E9013-G	E6213-G	90	620	77	530	14	AW или PWHT
E9015-X	E6215-X	90	620	77	530	17	PWHT
E9015-G	E6215-G	90	620	77	530	17	AW или PWHT
E9016-X	E6216-X	90	620	77	530	17	PWHT
E9016-G	E6216-G	90	620	77	530	17	AW или PWHT
E9018M	E6218M	90	620	от 78 до 90 ^(E)	от 540 до 620 ^(E)	24	AW
E9018-P2	E6218-P2	90	620	77	530	17	AW
E9018-X	E6218-X	90	620	77	530	17	PWHT
E9018-G	E6218-G	90	620	77	530	17	AW или PWHT
E9045-P2	E6245-P2	90	620	77	530	17	AW
E10010-G	E6910-G	100	690	87	600	16	AW или PWHT
E10011-G	E6911-G	100	690	87	600	16	AW или PWHT
E10013-G	E6913-G	100	690	87	600	13	AW или PWHT
E10015-X	E6915-X	100	690	87	600	16	PWHT
E10015-G	E6915-G	100	690	87	600	16	AW или PWHT
E10016-X	E6916-X	100	690	87	600	16	PWHT
E10016-G	E6916-G	100	690	87	600	16	AW или PWHT
E10018M	E6918M	100	690	от 88 до 100 ^(E)	от 610 до 690 ^(E)	20	AW
E10018-X	E6918-X	100	690	87	600	16	PWHT
E10018-G	E6918-G	100	690	87	600	16	AW или PWHT
E10045-P2	E6945-P2	100	690	87	600	16	AW
E11010-G	E7610-G	110	760	97	670	15	AW или PWHT
E11011-G	E7611-G	110	760	97	670	15	AW или PWHT
E11013-G	E7613-G	110	760	97	670	13	AW или PWHT
E11015-G	E7615-G	110	760	97	670	15	AW или PWHT
E11016-G	E7616-G	110	760	97	670	15	AW или PWHT
E11018-G	E7618-G	110	760	97	670	15	AW или PWHT
E11018M	E7618M	110	760	от 98 до 110 ^(E)	от 680 до 760 ^(E)	20	AW
E12010-G	E8310-G	120	830	107	740	14	AW или PWHT
E12011-G	E8311-G	120	830	107	740	14	AW или PWHT
E12013-G	E8313-G	120	830	107	740	11	AW или PWHT
E12015-G	E8315-G	120	830	107	740	14	AW или PWHT
E12016-G	E8316-G	120	830	107	740	14	AW или PWHT
E12018-G	E8318-G	120	830	107	740	14	AW или PWHT
E12018M	E8318M	120	830	от 108 до 120 ^(E)	от 745 до 830 ^(E)	18	AW
E12018M1	E8318M1	120	830	от 108 до 120 ^(E)	от 745 до 830 ^(E)	18	AW

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Размеры электродов, подлежащих испытанию, см. в таблице 5.

(B) Единственное значение соответствует максимальному, если не указано иначе.

(C) Буквенный суффикс «X», использованный в этой таблице, соответствует суффиксам (A1, B1, B2 и т. д.) для классов, испытываемых только после послесварочной обработки.

(D) «AW» обозначает непосредственно после сварки, с искусственным старением или без него, по выбору производителя (см. п. 12.2). «PWHT» обозначает послесварочную термообработку, как указано в 9.4.1.1 и табл. 4, за исключением того, что классы с суффиксом «G», обозначенные как «AW или PWHT» в этой таблице, можно испытывать с послесварочной термообработкой или без нее, по согласию между поставщиком и покупателем.

(E) Для электродов размером $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм], верхнее значение предела текучести может быть на 5 кфунт/кв. дюйм [35 МПа] больше чем указанное значение.

ТАБЛИЦА 4. ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА УДАР ПО ШАРПИ

Классификация AWS		Предельные значения для 3 из 5 образцов ^(A)	
A5.5	A5.5M	Среднее, минимум ^(B)	Единичное значение, минимум ^(B)
E7018-W1	E4918-W1	20 фут•(фунт-сила) при 0°F	15 фут•(фунт-сила) при 0°F
E8018-W2	E5518-W2	[27 Дж при -20°C]	[20 Дж при -20°C]
E12018M1	E8318M1	50 фут•(фунт-сила) при 0°F	40 фут•(фунт-сила) при 0°F
		[67 Дж при -20°C]	[54 Дж при -20°C]
E7010-P1	E4910-P1		
E8010-P1	E5510-P1		
E8018-P2	E5518-P2		
E8045-P2	E5545-P2	20 фут•(фунт-сила) при -20°F	15 фут•(фунт-сила) при -20°F
E9010-P1	E6210-P1	[27 Дж при -30°C]	[20 Дж при -30°C]
E9018-P2	E6218-P2		
E9045-P2	E6245-P2		
E10045-P2	E6945-P2		
E8018-NM1	E5518-NM1		
E8016-C3	E5516-C3	20 фут•(фунт-сила) при -40°F	15 фут•(фунт-сила) при -40°F
E8018-C3	E5518-C3	[27 Дж при -40°C]	[20 Дж при -40°C]
E8016-D3, E8018-D1	E5516-D3, E5518-D1		
E8018-D3, E9015-D1	E5518-D3, E6215-D1		
E9018-D1, E9018-D3	E6218-D1, E6218-D3	20 фут•(фунт-сила) при -60°F ^(C)	15 фут•(фунт-сила) при -60°F ^(C)
E10015-D2, E10016-D2	E6915-D2, E6916-D2	[27 Дж при -50°C]	[20 Дж при -50°C]
E10018-D2	E6918-D2		
E7018-C3L	E4918-C3L		
E8016-C4, E8018-C4	E5516-C4, E5518-C4	20 фут•(фунт-сила) при -60°F	15 фут•(фунт-сила) при -60°F
E9018M, E10018M	E6218M, E6918M	[27 Дж при -50°C]	[20 Дж при -50°C]
E11018M, E12018M	E7618M, E8318M		
E8016-C1	E5516-C1	20 фут•(фунт-сила) при -75°F ^(C)	15 фут•(фунт-сила) при -75°F ^(C)
E8018-C1	E5518-C1	[27 Дж при -60°C]	[20 Дж при -60°C]
E7015-C1L	E4915-C1L		
E7016-C1L	E4916-C1L	20 фут•(фунт-сила) при -100°F ^(C)	15 фут•(фунт-сила) при -100°F ^(C)
E7018-C1L	E4918-C1L	[27 Дж при -75°C]	[20 Дж при -75°C]
E8016-C2	E5516-C2		
E8018-C2	E5518-C2		
E7015-C2L	E4915-C2L		
E7016-C2L	E4916-C2L	20 фут•(фунт-сила) при -150°F ^(C)	15 фут•(фунт-сила) при -150°F ^(C)
E7018-C2L	E4918-C2L	[27 Дж при -100°C]	[20 Дж при -100°C]
E9015-C5L	E6215-C5L	20 фут•(фунт-сила) при -175°F ^(C)	15 фут•(фунт-сила) при -175°F ^(C)
		[27 Дж при -115°C]	[20 Дж при -115°C]
EXXXX-A1	EXXXX-A1		
EXXXX-BX	EXXXX-BX	Не оговорено	
EXXXX-BXL	EXXXX-BXL		
E(X)XXXX-G	EXXXX-G		

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Наибольшее и наименьшее значения, полученные в ходе испытаний, отбрасываются при вычислении среднего значения. Два из трех оставшихся значений должны быть равны или превышать минимальное указанное среднее значение; одно из этих трех оставшихся значений может быть меньше минимального указанного среднего значения, но не должно быть меньше минимального указанного единичного значения. Среднее этих трех значений не должно быть меньше указанного минимального среднего значения.

(B) Значения поглощенной энергии при испытаниях на ударную вязкость должны быть округлены до «ближайшего целого» в соответствии с методом округления, указанным в секции 6.

(C) Испытания для данных классов проводятся после сварочной термообработки. Для всех других классов, термообработку испытываемых образцов производить не следует

ТАБЛИЦА 5. ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ^(A)

Классификация AWS			Размер электрода ^(C)		Позиция при сварке испытательного узла				
					Химический анализ ^(D)	Испытание на без-дефектность и на растяжение металла шва ^(E,F)	Испытание на удар ^(G)	Испытание углового шва ^(H,L)	Испытание на содержание влаги ^(I)
A5.5	A5.5M	Тип тока ^(A)	дюйм	мм					
E7010-X	E4910-X	дсеп	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR	NR ^(B)	NR
E8010-X	E5510-X		$\frac{5}{32}$	4,0	F	F	NR	V, OH	NR
E9010-X	E6210-X		$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F	NR	V, OH	NR
E10010-G	E6910-G		$\frac{7}{32}$		NR ^(B)	NR ^(B)	NR	NR ^(B)	NR
E11010-G	E7610-G		$\frac{1}{4}$	6,0	F	F	NR	H	NR
E12010-G	E8310-G								
E7011-X	E4911-X	ас и дсеп	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR	NR ^(B)	NR
E8011-G	E5511-G		$\frac{5}{32}$	4,0	F	F	NR	V, OH	NR
E9011-G	E6211-G		$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F	NR	V, OH	NR
E10011-G	E6911-G		$\frac{7}{32}$		NR ^(B)	NR ^(B)	NR	NR ^(B)	NR
E11011-G	E7611-G		$\frac{1}{4}$	6,0	F	F	NR	H	NR
E12011-G	E8311-G								
E8013-G	E5513-G	ас, dсеп, и дсеп	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR	NR ^(B)	NR
E9013-G	E6213-G		$\frac{5}{32}$	4,0	F ^(J)	F ^(J)	NR	V, OH	NR
E10013-G	E6913-G		$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F ^(J)	NR	V, OH	NR
E11013-G	E7613-G								
E12013-G	E8313-G								
E7015-X	E4915-X	дсеп	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
E8015-X	E5515-X		$\frac{5}{32}$	4,0	F	F	F	V, OH	треб.
E9015-X	E6215-X		$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F	F	H	NR ^(B)
E10015-X	E6915-X		$\frac{7}{32}$		NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
E11015-G	E7615-G		$\frac{1}{4}$	6,0	F	F	F	H	треб.
E12015-G	E8315-G								
E7016-X	E4916-X	ас и дсеп	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
E8016-X	E5516-X		$\frac{5}{32}$	4,0	F	F	F	V, OH	Req'd
E9016-X	E6216-X		$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F	F	H	NR ^(B)
E10016-X	E6916-X		$\frac{7}{32}$		NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
E11016-G	E7616-G		$\frac{1}{4}$	6,0	F	F	F	H	треб.
E12016-G	E8316-G								
E8045-P2	E5545-P2	deep	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
E9045-P2	E6245-P2		$\frac{5}{32}$	4,0	F	F	F	V-down, OH	треб.
E10045-P2	E6945-P2		...	4,5	F	F	F	V-down, OH	треб.
E7018-X	E4918-X	ас и дсеп	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
E8018-X	E5518-X		$\frac{5}{32}$	4,0	F	F	F	V, OH	треб.
E9018-X	E6218-X		$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F	F	H	NR ^(B)
E10018-X	E6918-X		$\frac{7}{32}$		NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
E11018-G	E7618-G		$\frac{1}{4}$	6,0	F	F	F	H	треб.
E12018-G	E8318-G								
E7020-X E7027-X	E4920-X E4927-X	Для H-fillets: ас и dсеп, Для нижней пози- ции: ас, dсеп, и дсеп	$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR	NR ^(B)	NR
			$\frac{5}{32}$	4,0	F ^(J)	F ^(J)	NR	H	NR
			$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F ^(J)	NR	H	NR
			$\frac{7}{32}$		NR ^(B)	NR ^(B,K)	NR	NR ^(B)	NR
			$\frac{1}{4}$	6,0	F ^(J)	F ^(J,K)	NR	H	NR
			$\frac{5}{16}$	8,0	NR ^(B)	F ^(J,K)	NR	NR	NR

ТАБЛИЦА 5. ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ^(A) (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS		Тип тока ^(A)	Размер электрода ^(C)		Позиция при сварке испытательного узла				
					Химический анализ ^(D)	Испытание на бездефектность и на растяжение металла шва ^(E,F)	Испытание на удар ^(G)	Испытание углового шва ^(H,L)	Испытание на содержание влаги ^(I)
A5.5	A5.5M		дюйм	мм					
E9018M	E6218M		$\frac{3}{32}, \frac{1}{8}$	2,5, 3,2	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
EE10018M	E6918M	dcep	$\frac{5}{32}$	4,0	F	F	F	V, OH	треб.
EE11018M	E7618M		$\frac{3}{16}$	5,0	NR ^(B)	F	F	H	NR ^(B)
EE12018M	E8318M		$\frac{7}{32}$	...	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)	NR ^(B)
EE12018M1	E8318M1		$\frac{1}{4}$	6,0	F	F	F	H	треб.

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) NR значит «не требуется». Значения сокращений F, H, H-fillets, V, V-down, и OH даны в примечании (B) к табл. 1. Значения сокращений «ас», «дс», «дсер» и «дсеп» в примечании (C) к табл. 1. Буквенный суффикс «X» используется в этой таблице так, как описано в примечании (A) к табл. 1

(B) Стандартные размеры электродов, не требующие данного конкретного испытания, можно классифицировать при условии, что, по крайней мере, два других размера этой классификации прошли требуемые для них испытания, или подлежащий классификации размер отвечает требованиям технических условий по результатам испытаний, проведенных в соответствии с пп.с 8 по 13, 14, 15 или 16, в зависимости от классифицируемого электрода.

(C) Электроды, изготовленные с размерами, не указанными в таблице, испытываются в соответствии с требованиями, установленными для ближайшего стандартного размера

(D) См. секцию 10.

(E) См. секцию 11.

(F) См. секцию 12.

(G) См. секцию 13. Испытания на удар дребуются для классов перечисленных в табл. 4.

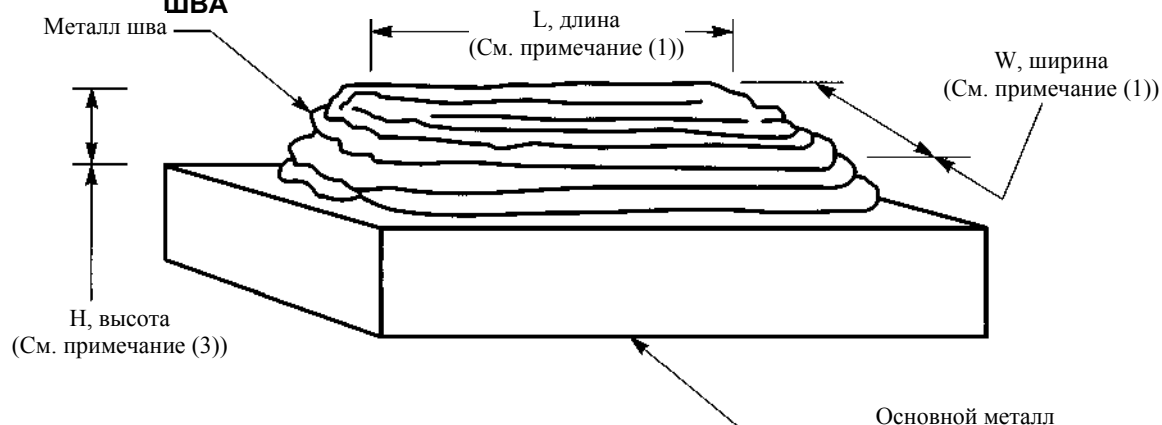
(H) См. секцию 14.

(I) Испытание по проверке влажности, приведенное в секции 15, является требуемым для измерения содержания влаги в покрытии. Испытание на определение содержания поглощенной влаги, в секции 16, и испытание на содержание диффузионного водорода в секции 16, являются дополнительными испытаниями, и требуются только тогда, когда соответствующие необязательные обозначения будут использоваться в классификационных обозначениях.

(J) Если указаны dсер и dсеп, необходимо провести испытания только для dсеп.

(K) Для электродов длиной более 18 дюймов [450 мм] потребуется удвоение длины испытательного узла в соответствии с примечанием 2 к рис. 2, чтобы убедиться в однородности всего электрода.

(L) Для испытаний с вертикальной сваркой, продвижение должно быть снизу вверх, за исключением электродов E(X)XX10-X, которые следует испытывать только с продвижением сверху вниз.

РИС. 1 НАПЛАВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА**ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:**

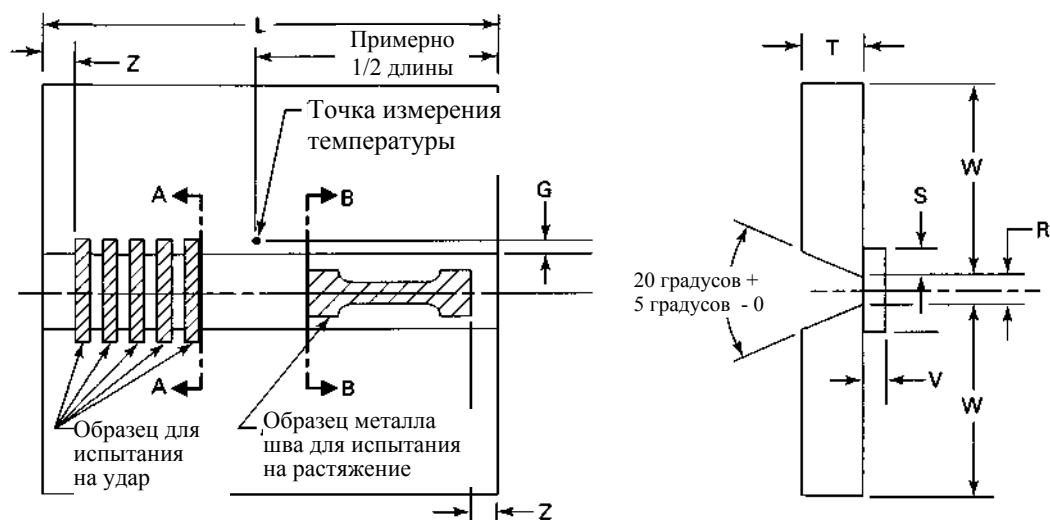
- (a) В качестве основы для наплавки используется металл любого из указанных в таблице 6 типа, любого удобного размера.
- (b) Поверхность основного металла, на которую наплавляется присадочный металл, должна быть чистой.
- (c) Наплавление следует выполнять в нижней позиции, с нанесением последовательных слоев до достижения достаточной высоты наплавки.
- (d) Следует приготовить по одной наплавке для каждого типа тока, указанного в табл. 5, кроме классов указанных в примечании (J) к таблице 5.
- (e) Число и размер валиков зависит от размера электрода и ширины шва, а также использованной силы тока. Ширина каждого прохода должна составлять не более двух с половиной диаметров сердцевины.
- (f) Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F [15°C], а температура между проходами не более 300°F [150°C].
- (g) Появляющийся шлак следует удалять после каждого прохода.
- (h) Для контроля температуры металла, между проходами наплавку можно закалять в воде.

ПРИМЕЧАНИЕ:

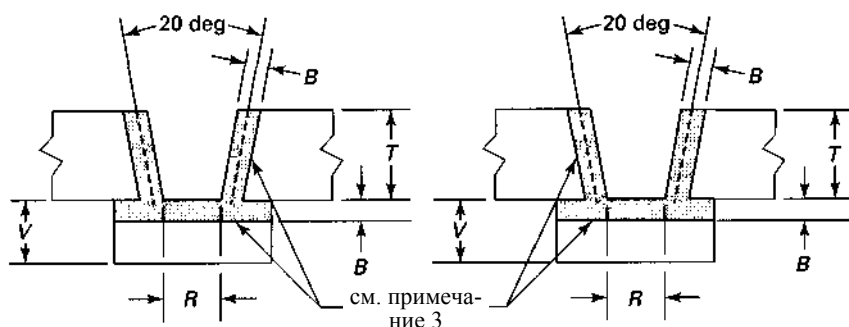
- (1) Готовая наплавка должна иметь не менее четырех слоев в высоту (H), а длина (L) и ширина (W) должны быть достаточными для выполнения анализа. Образец для анализа следует отбирать из наплавленного металла на высоте над поверхностью основного металла не меньшей чем указано ниже:

Размер электрода		Минимальное расстояние от поверхности основного металла	
дюйм	мм	дюйм	мм
$\frac{3}{32}$	2,5	$\frac{1}{4}$	6
$\frac{1}{8}$	3,2	$\frac{5}{16}$	8
$\frac{5}{32}$	4,0	$\frac{5}{16}$	8
$\frac{3}{16}$	4,5, 5,0	$\frac{5}{16}$	8
$\frac{7}{32}$		$\frac{3}{8}$	10
$\frac{1}{4}$	6,0	$\frac{3}{8}$	10
$\frac{5}{16}$	8,0	$\frac{3}{8}$	10

РИС. 2 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОДАМИ ВСЕХ КЛАССОВ, КРОМЕ E(X)XX18M(1)



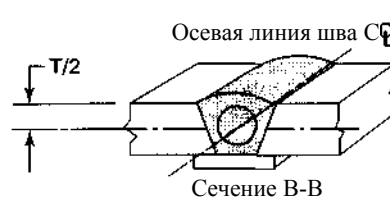
(А) Расположение испытательных образцов на испытательной пластине



(В) Разделка кромок для непохожих основных металлов



(С) Ориентация и положение образца для испытания на удар



(В) Подожение образца металла шва для испытания на растяжение

РИС. 2 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОДАМИ ВСЕХ КЛАССОВ, КРОМЕ E(X)XX18M(1) (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

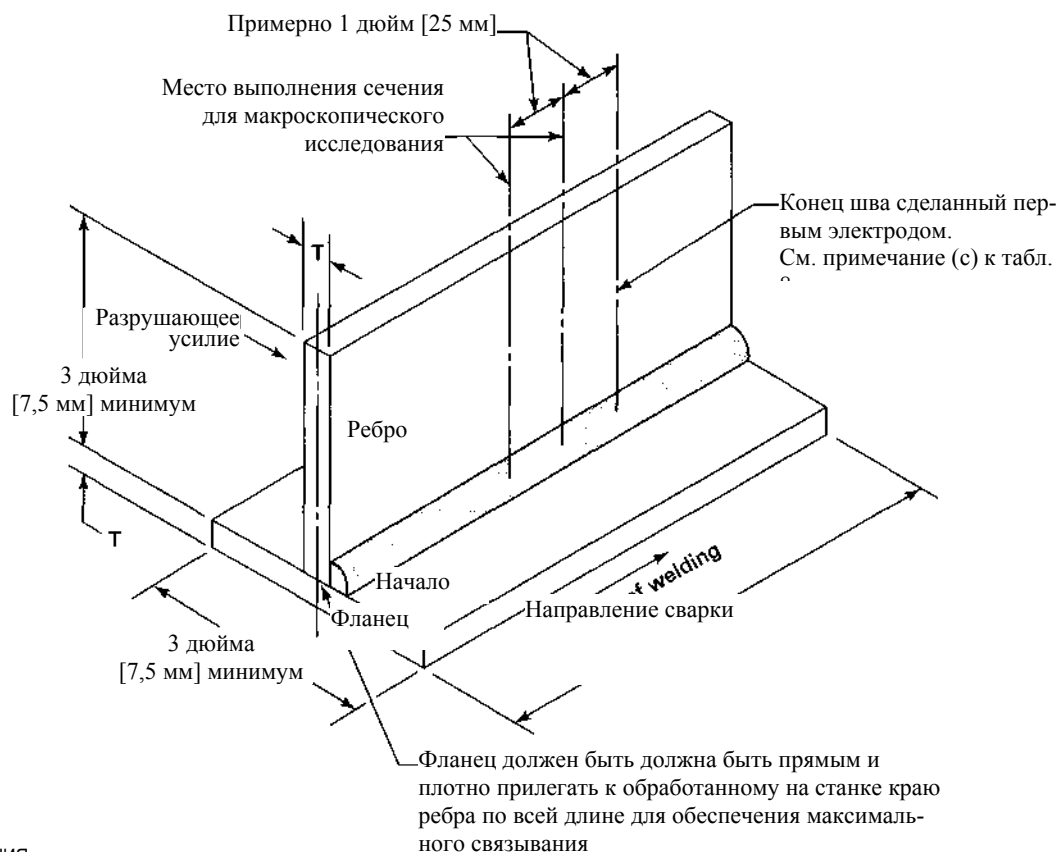
Размер	Описание	A5.5	A5.5M
		дюйм	мм
B	Толщина наплавленного слоя, мин.	$\frac{1}{8}$	3
G	Отступ от кромки	от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$	от 6 до 13
L	Длина, мин. [см. примечание (1)]	10	250
S	Перекрытие подкладочной полосы, мин.	$\frac{1}{4}$	6
V	Толщина подкладочной полосы, мин.	$\frac{1}{4}$	6
W	Ширина, мин.	5	125
Z	Обрезка, мин.	1	25

Размер электрода		Т, номинальный (Толщина пластины)		R [см. примечание (11)] (Зазор между кромками)		Проходов на слой	Всего слоев
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм		
$\frac{3}{32}$	2,5	$\frac{1}{2}$	12	$\frac{3}{8}$	10	2	Не оговорено
$\frac{1}{8}$	3,2	$\frac{1}{2}$	12	$\frac{1}{2}$	13	2	от 5 до 7
$\frac{5}{32}$	4,0	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{5}{8}$	16	2	от 7 до 9
$\frac{3}{16}$	4,5, 5,0	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{3}{4}$	19	2	от 6 до 8
$\frac{1}{32}$		$\frac{3}{4}$	20	$\frac{7}{8}$	23	2	от 6 до 8
$\frac{1}{4}$	6,0	1	25	1	25	2	от 9 до 11
$\frac{5}{16}$	8,0	$1\frac{1}{4}$	30	$1\frac{1}{8}$	28	2	от 10 до 12

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Для электродов, длина которых превышает 18 дюймов (450 мм), следует изготовить испытательный узел длиной 20 дюймов (500 мм).
2. Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 6. Для других основных металлов, состав которых не совпадает с составом наплавки сделанной испытуемым электродом, до сварки на разделанные края и прилегающую поверхность подкладки следует наплавить слой металла электродом любого размера и такого же состава или класса, как и испытуемый электрод, как указано.
3. Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
4. Перед сваркой узел можно предварительно установить так, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для облегчения отбора испытательных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости в пределах 5 градусов. Испытательный сварной узел с отклонением от плоскости более 5 градусов должен быть отбракован. Выпрямление испытательного узла не допускается.
5. Сварку следует выполнять в нижней позиции с использованием каждого рода тока, указанного в таблице 5, за исключением классов, указанных в примечании (J) к таблице 5.
6. Температура предварительного прогрева и температура между проходами должна соответствовать указанной в таблице 7 для испытуемого класса.
7. Кроме останова и пуска на концах, каждый проход должен иметь также останов и пуск в промежутке между концами.
8. Готовый сварной шов должен быть выполнен, по меньшей мере, заподлицо с поверхностью испытательной пластины.
9. Испытуемые образцы следует подвергнуть послесварочной термообработке, как указано в таблице 7 для испытуемого класса.
10. Допуск на зазор между краями $-0, +\frac{1}{16}$ дюйма $[-0, +1 \text{ мм}]$.

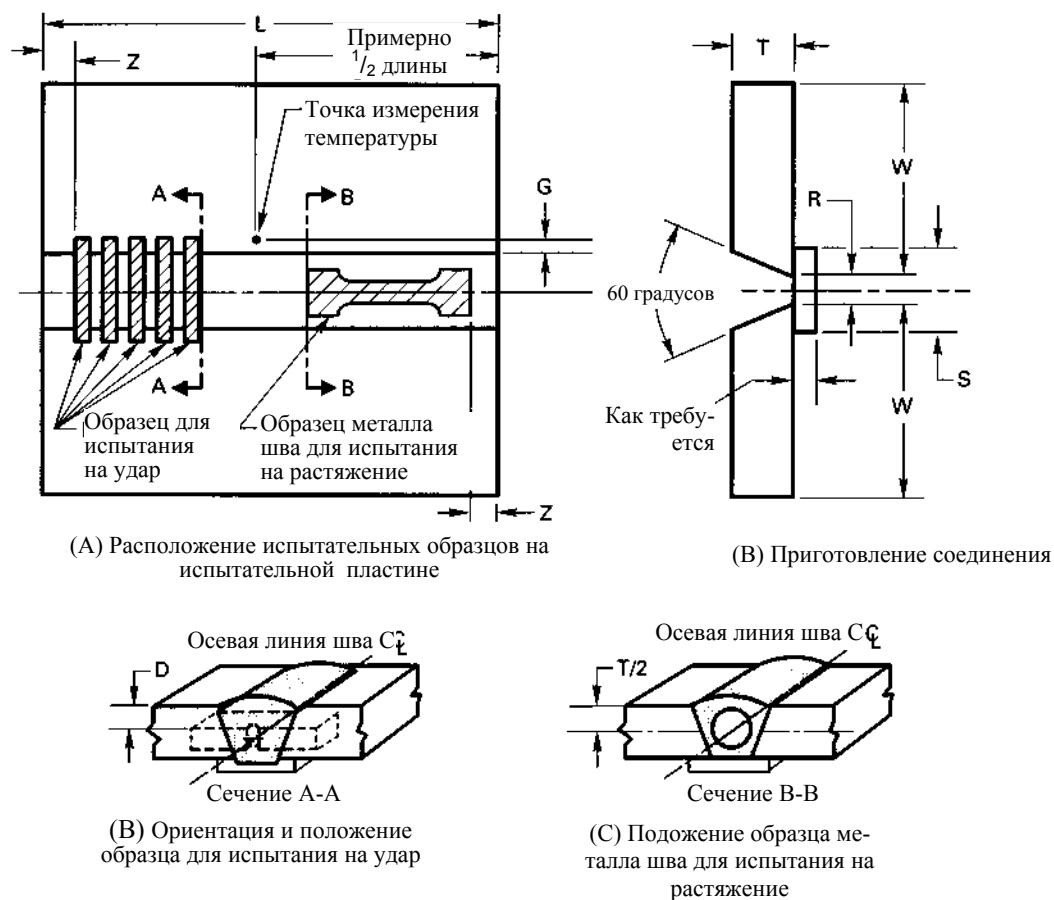
РИС. 3. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ С УГЛОВЫМ ШВОМ



ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Значения T и L см. в табл. 8.
- (2) Основной металл должен соответствовать требованиям табл. 6.
- (3) Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- (4) Для каждой позиции, указанной в табл. 8 и показанной на рис. 5, следует сварить по одному узлу с использованием каждого типа тока и полярности, указанных в табл. 5.
- (5) Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F (16°C).
- (6) Однопроходный угловой выполняют с одной стороны соединения. Первый электрод должен быть израсходован до длины не более 2 дюйма [50 мм].
- (7) Сварка в вертикальной позиции должна производиться снизу вверх, кроме классов E7010-X, E8010-X, E9010-X и E10010-X, где движение может быть как снизу вверх, так и сверху вниз.
- (8) Зачистка шва должна быть ограничена скалыванием шлака, зачисткой щеткой и пучковым зачистным молотком. Шлифовка или обработка напильником запрещена.
- (9) Испытания следует проводить без послесварочной термообработки.

РИС. 4. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОДАМИ E(X)XX18M(1)



Размер	Описание	A5.5 дюйм	A5.5M мм
G	Отступ от кромки	от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$	от 6 до 13
L	Длина, мин.	10	250
S	Перекрывание подкладочной полосы, мин.	1	25
Толщина подкла-	Толщина подкладочной полосы, мин.	$\frac{1}{16}$	1,6
Ширина, мин.	Ширина, мин.	5	125
Обрезка, мин.	Обрезка, мин.	1	25

РИС. 4. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОДАМИ E(X)XX18M(1) (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Размер электрода		Т (мин. толщина пластины)		R (макс. зазор между кромками)		Число слоев	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	мин.	макс.
$\frac{3}{32}$	2,5	$\frac{1}{2}$	12	$\frac{1}{4}$	6	см. примечание (1)	
$\frac{1}{8}$	3,2	$\frac{1}{2}$	12	$\frac{1}{4}$	6	см. примечание (1)	
$\frac{5}{32}$	4,0	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{1}{2}$	13	7	9
$\frac{3}{16}$	5,0	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{1}{2}$	13	7	9
$\frac{7}{32}$		$\frac{3}{4}$	20	$\frac{1}{2}$	13	7	8
$\frac{1}{4}$	6,0	1	25	$\frac{1}{2}$	13	9	11

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Последовательность проходов и слоев следует отметить.
- (2) Основной металл должен соответствовать требованиям табл. 6.
- (3) Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- (4) Перед сваркой узел можно предварительно установить так, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для облегчения отбора испытательных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости в пределах 5 градусов. Испытательный сварной узел с отклонением от плоскости более 5 градусов должен быть отбракован. Выпрямление испытательного узла не допускается.
- (5) Сварку следует выполнять в нижней позиции с использованием рода тока, указанного в таблице 5 для испытываемого класса.
- (6) Температура предварительного прогрева и температура между проходами должна соответствовать указанной в таблице 7 для испытываемого класса.
- Толщина слоев должна составлять примерно $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм], и каждый слой должен начинаться от конца предыдущего слоя.
- (7) Сварной шов должен состоять из узких валиков или с максимальным утолщением не более чем в 2,5 раза больше диаметра сердцевины.
- (8) Законченный шов должен иметь усиление стандартных пропорций, $\frac{1}{32}$ дюйма [0,8 мм] минимум, $\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм] максимум. Для электродов размером более $\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм], валики основания шва могут быть сделаны электродами шириной $\frac{3}{32}$ или $\frac{1}{8}$ дюйма [2,4 или 3,2 мм].
- (9) Указанно число слоев для пластины минимальной толщины. При использовании более толстой пластины может потребоваться увеличение числа слоев

ТАБЛИЦА 6. ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СВАРОЧНЫХ УЗЛОВ

Классификация AWS	Основной металл	
	Технические условия ASTM ^(A)	Номер UNS ^(B)
EXXXX-A1	A 204 марка A	K11820
EXXXX-B1	A 387 марка 2	K12143
EXXXX-B2, EXXXX-B2L, EXX15-B5	A 387 марка 11	K11789
EXXXX-B3, EXXXX-B3L, EXXXX-B4L	A 387 марка 22 или 22L	K21590
EXXXX-B6, EXXXX-B6L, EXXXX-B7, EXXXX-B7L	A 387 марка 5	S50200
EXXXX-B8, EXXXX-B8L	A 387 марка 9	K90941
EXXXX-B9	A 387 марка 91	K90901
EXXXX-C1, EXXXX-C1L	A 537 класс 1 или 2, A 203 марка A или B	K12437, K21703, K22103
EXXXX-C2, EXXXX-C2L	A 203 марка D или E	K31718, K32018
EXXXX-C3, EXXXX-C3L	A 516 марка 60, 65, или 70; A 537 класс 1 или 2	K02100, K02403, K02700, K12437
EXXXX-NM1	A 302 марка C или D, A 533 тип B или C	K12039, K12054, K12539, K12554
EXXXX-D1, E(X)XXXX-D2, EXXXX-D3	A 302 марка A или B	K12021, K12022
E(X)XX18M	A 514, A 517, A 543 тип B или C, техническое издание IMVSEA T9074-BD-GIB-010/0300 HY80 или HY100	K11630, K42339, K31820, K32045
E(X)XX18M1	техническое издание NAVSEA T9074-BD-GIB-010/0300 HY100	K32045
EXXXX-P1, EXXXX-P2, E(X)XX45-P2	API A5LX трубопроводная сталь ^(C)	
EXX18-W1, EXX18-W2	A 588 марка A, B, или C, A 709 марка 50W	K11430, K12043
Все кроме EXX18M(1)	A 29 марка 1015 или 1020, A 283 марка A, B, C, или D (требуется наплавка на свариваемых кромках) ^(D)	G10150, G10200, K01400, K01702, K02401, K02801
All	A 36, A 131 марка B (требуется наплавка на свариваемых кромках) ^(D)	K02600, K02102

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Можно использовать стали, удовлетворяющие другим национальным и международным техническим условиям, Технические условия на стали, если их состав эквивалентен указанным.

(B) SAE-HS-1086/ASTM DS-56, Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.

(C) Следует выбрать марку, соответствующую прочности данного класса электрода.

(D) В случае если в качестве основного металла для испытательного узла с угловым швом используется углеродистая сталь, наплавки на свариваемых кромках не требуются.

Электроды, не являющиеся низководородными, должны испытываться без *кондиционирования*.⁹ Низководородные электроды, если они при хранении не были достаточно защищены от влаги, перед испытанием необходимо выдержать при температуре в диапазоне от 500°F до 800°F [260°C до 430°C] в течение как минимум одного часа. Испытание узлов должно производиться согласно секциям 10 - 14.

9.3 Наплавка. Наплавка подготавливается в соответствии с рис. 2, кроме случаев, когда используется один из вариантов, описанных в п. 9.1 (то есть когда образец для анализа отбирается из разломанного образца для испытания на растяжение, или из соответствующего участка – либо любого другого, расположенного выше – шва с разделкой кромок, рис. 2 и 4). В качестве основы для наплавки необходимо использовать основной металл любого подходящего размера и указанного в таблице 4. типа. Поверхность основного металла, на который наносится сварочный металл, должна быть чистой. Наплавление должно выполняться в нижней позиции в несколько слоев до получения неразбавленного сварочного металла. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F [15°C], а температура металла между проходами не должна превышать 300°F [150°C]. Шлак следует удалять после каждого прохода. Между проходами наплавку можно закалять в воде. Размеры готовой наплавки должны соответствовать указанным на рис. 1. Испытание узла такого узла должно проводиться в соответствии с секцией 10.

9.4 Шов с разделкой кромок

9.4.1 Механические свойства и бездефектность. Испытательный узел следует подготовить и сварить как указано на рис. 2 или 4, используя соответствующий основной металл (см. табл. 6) без наплавки на кромки, либо несоответствующий основной металл (см. табл. 6) с наплавкой на кромки, выполненной как показано на рис. 2В, с толщиной, указанной на рис. 2 или 4. Температура предварительного нагрева и температура между проходами должна соответствовать указанной в табл. 7. Испытание узла такого узла должно проводиться соответственно с секциями 11, 12, и 13. Узел следует испытывать в состоянии непосредственно после сварки либо после послесварочной термообработки как указано в табл. 3, кроме классов E(X)XXXX-G, испытания которых следует производить после послесварочной термообработки, согласованной между покупателем и поставщиком [см. примечание А к табл. 7].

9.4.1.1 Если требуется послесварочная термообработка, ее следует производить до отбора из узла образцов для определения механических свойств. Обработку можно производить и до, и после радиографического контроля.

9.4.1.2 Испытательный узел следует нагреть в подходящей печи, со скоростью от 150°F до 500°F [85°C до 280°C] в час, до конечной температуры послесварочной обработки, указанной в табл. 7 для соответствующего класса электрода. Эту температуру следует поддерживать как указано в табл. 7, [200°C] в

час; узел можно вынуть из печи, когда температура печи достигнет 600°F [300°C] и дать ему охладиться на воздухе.

9.5 Угловой шов. Следует подготовить и сварить один или несколько испытательных узлов как указано в табл. 5 и на рис. 3, используя основной металл указанного в табл. 6 типа. Позиции при сварке должны соответствовать указанным в табл. 8 и на рис. 5 для соответствующего класса электрода. Испытание узла такого узла должно проводиться в соответствии с секцией 14.

10. Химический анализ

10.1 Образец для химического анализа следует отбирать из металла шва, наплавленного электродом. Образец для анализа следует отбирать из наплавки, либо из суженного сечения разрушенного образца для испытания на растяжение, или из соответствующего участка (или любого участка выше него) шва с разделкой кромок, показанного на рис. 2 и 4. Следует избегать отбора образцов из зон начала дуги или кратеров.

Верхнюю часть наплавки, рассмотренной в п. 9.3 и показанной на рис. 2, необходимо удалить и отбраковать, а образец для анализа следует отобрать из нижележащего металла с применением необходимых механических средств. Образец должен быть очищен от шлака. Его следует отбирать на расстоянии от поверхности основного металла не меньшем чем указанного на рис. 1.

Если образец отбирается из суженного сечения разрушенного образца для испытания на растяжение или из соответствующего участка (или любого участка выше него) шва с разделкой кромок, показанного на рис. 2 и 4, материал необходимо подготовить к анализу, пользуясь необходимыми механическими средствами.

10.2 Образец необходимо подвергнуть анализу с помощью приемлемых методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 350.

10.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям к классификации испытываемых электродов, приведенным в таблице 2.

11. Радиографический контроль

11.1 Если требуется в таблице 5, шов с разделкой кромок, описанный в п. 9.4.1 и показанный на рис. 2 и 4, необходимо подвергнуть радиографическому контролю для оценки бездефектности металла шва. При подготовке к радиографическому контролю подкладка должна быть удалена, а сварной шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основного металла или с ровным по высоте усилением шва, не превышающего $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм].

⁹ Под кондиционированием можно понимать любую специальную подготовку или процедуру, такую как прокаливание электрода, которую пользователь не будет проводить в своей обычной работе.

ТАБЛИЦА 7. ТЕМПЕРАТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА, ТЕМПЕРАТУРА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ, И ТЕМПЕРАТУРА ПОСЛЕСВАРОЧНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

Классификация AWS		Температура предварительного нагрева и температура между проходами		Послесварочная термообработка		
A5.5	A5.5M	°F	°C	Температура		Продолжительность
				°F	°C	часов
E7010-A1	E4910-A1					
E7011-A1	E4911-A1					
E7015-A1	E4915-A1					
E7016-A1	E4916-A1					
E7018-A1	E4918-A1					
E7020-A1	E4920-A1					
E7027-A1	E4927-A1					
E8018-D1	E5518-D1	от 200 до 225	от 95 до 110	1150 ± 25	620 ± 15	1
E9015-D1	E6215-D1					
E9018-D1	E6218-D1					
E10015-D2	E6915-D2					
E10016-D2	E6916-D2					
E10018-D2	E6918-D2					
E8016-D3	E5516-D3					
E8018-D3	E5518-D3					
E9018-D3	E6218-D3					
E8016-B1	E5516-B1					
E8018-B1	E5518-B1					
E8015-B2	E5515-B2					
E8016-B2	E5516-B2					
E8018-B2	E5518-B2					
E7015-B2L	E4915-B2L					
E7016-B2L	E4916-B2L					
E7018-B2L	E4918-B2L	от 325 до 375	от 160 до 190	1275 ± 25	690 ± 15	1
E9015-B3	E6215-B3					
E9016-B3	E6216-B3					
E9018-B3	E6218-B3					
E8015-B3L	E5515-B3L					
E8018-B3L	E5518-B3L					
E8015-B4L	E5515-B4L					
E8016-B5	E5516-B5					
E8015-B6	E5515-B6					
E8016-B6	E5516-B6					
E8018-B6	E5518-B6					
E8015-B6L	E5515-B6L					
E8016-B6L	E5516-B6L					
E8018-B6L	E5518-B6L	от 350 до 450	от 180 до 230	1375 ± 25	740 ± 15	1
E8015-B7	E5515-B7					
E8016-B7	E5516-B7					
E8018-B7	E5518-B7					
E8015-B7L	E5515-B7L					
E8016-B7L	E5516-B7L					
E8018-B7L	E5518-B7L					
E8015-B8	E5515-B8					
E8016-B8	E5516-B8					
E8018-B8	E5518-B8	от 400 до 500	от 200 до 250	1375 ± 25	740 ± 15	1
E8015-B8L	E5515-B8L					
E8016-B8L	E5516-B8L					
E8018-B8L	E5518-B8L					

ТАБЛИЦА 7. ТЕМПЕРАТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА, ТЕМПЕРАТУРА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ, И ТЕМПЕРАТУРА ПОСЛЕСВАРОЧНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS		Температура предварительного нагрева и температура между проходами		Послесварочная термообработка		
A5.5	A5.5M	°F	°C	Температура		Продолжительность
				°F	°C	часов
E9015-B9	E6215-B9	от 400 до 600	от 200 до 315	1400 ± 25	760 + 15	2
E9016-B9	E6216-B9					
E9018-B9	E6218-B9					
E8016-C1	E5516-C1	от 200 до 225	от 95 до 110	1125 ± 25	605 ± 15	1
E8018-C1	E5518-C1					
E7015-C1L	E4915-C1L					
E7016-C1L	E4916-C1L					
E7018-C1L	E4918-C1L					
E8016-C2	E5516-C2					
E8018-C2	E5518-C2					
E7015-C2L	E4915-C2L					
E7016-C2L	E4916-C2L					
E7018-C2L	E4918-C2L					
E9015-C5L	E6215-C5L	от 200 до 250	от 95 до 110	1075 ± 25	580 ± 15	1
E8010-G	E5510-G	от 325 до 375	от 160 до 190	см. прим. (A)		
E8011-G	E5511-G					
E8013-G	E5513-G					
E9010-G	E6210-G					
E9011-G	E6211-G					
E9013-G	E6213-G					
E10010-G	E6910-G					
E10011-G	E6911-G					
E10013-G	E6913-G					
E11010-G	E7610-G					
E11011-G	E7611-G					
E11013-G	E7613-G					
E12010-G	E8310-G					
E12011-G	E8311-G					
E12013-G	E8313-G					
E7010-G	E4910-G	от 200 до 225	от 95 до 110	см. прим. (A)		
E7011-G	E4911-G					
E7015-G	E4915-G					
E7016-G	E4916-G					
E7018-G	E4918-G					
E7020-G	E4920-G					
E7027-G	E4927-G					
E8015-G	E5515-G					
E8016-G	E5516-G					
E8018-G	E5518-G					
E9015-G	E6215-G					
E9016-G	E6216-G					
E9018-G	E6218-G					
E10015-G	E6915-G					
E10016-G	E6916-G					
E10018-G	E6918-G					
E11015-G	E7615-G					
E11016-G	E7616-G					
E11018-G	E7618-G					
E12015-G	E8315-G					
E12016-G	E8316-G					
E12018-G	E8318-G					

ТАБЛИЦА 7. ТЕМПЕРАТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА, ТЕМПЕРАТУРА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ, И ТЕМПЕРАТУРА ПОСЛЕСВАРОЧНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS		Температура предварительного нагрева и температура между проходами		Послесварочная термообработка		
				Температура		Продолжительность
A5.5	A5.5M	°F	°C	°F	°C	часов
E7010-P1	E4910-P1					
E7018-C3L	E4918-C3L					
E7018-W1	E4918-W1					
E8016-C3	E5516-C3					
E8018-C3	E5518-C3					
E8016-C4	E5516-C4					
E8018-C4	E5518-C4					
E8018-NM1	E5518-NM1					
E8018-W2	E5518-W2					
E8018-P2	E5518-P2	от 200 до 250	от 95 до 120	Не оговорено ^(B)		
E8045-P2	E5545-P2					
E9018-P2	E6218-P2					
E9045-P2	E6245-P2					
E9018M	E6218M					
E10018M	E6918M					
E10045-P2	E6945-P2					
E11018M	E7618M					
E12018M	E8318M					
E12018M1	E8318M1					
E8010-P1	E5510-P1	от 325 до 375	от 160 до 190	Не оговорено ^(B)		
E9010-P1	E6210-P1					

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Необходимость и специфические значения для послесварочной термообработки испытательных узлов, выполненных электродами «G» оговариваются между поставщиком и покупателем.

(B) Послесварочная термообработка не требуется для классов, для которых в табл. 3 указано «непосредственно после сварки».

Допускается удаление основного металла с обеих сторон испытательного образца на $1/16$ дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания. Не следует удалять металл шва на более чем $1/16$ дюйма [1,5 мм] от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности испытательного узла в зоне шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации радиографических снимков.

11.2 Радиографические испытания шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 1032. Должен использоваться уровень качества контроля 2-2T.

11.3 Металл шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявляют следующее:

(a) отсутствие трещин, неспаровов или неполного проникновения;

(b) отсутствие включений шлака длиннее $1/4$ дюйма [6 мм] либо длиннее одной трети толщины сварочного шва (большого из этих значений), или включений шлаковых групп в виде линии, общая длина которой превышает толщину сварочного узла более чем в 12 раз, за исключением случаев, когда расстояние между соседними включениями превышает 6-кратную длину самого длинного из включений в группе;

(c) отсутствие скругленных индикаторных следов, превышающих допустимые согласно радиографическим эталонам на рис. 6A или 6B, в зависимости от сорта, указанного в табл. 9.

При оценке радиографического снимка участки длиной 1 дюйм [25 мм] шва с каждого конца испытательного узла не должны приниматься во внимание.

11.4 Скругленным индикаторным следом является

такой индикаторный след на радиографическом снимке, длина которого не превышает трехкратного значения ширины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если таковой имеется.

Индикаторный след может указывать на пористость или шлаковые включения. Индикаторными следами, чей наибольший размер не превышает $1/64$ дюйма [0,4 мм], следует пренебречь. Испытательные узлы не отвечают требованиям настоящих технических условий, если индикаторные следы на их радиографических снимках превышают наибольшие допустимые значения, показанные на радиографических эталонах (рис. 8).

12. Испытание на растяжение

12.1 Один образец металла шва для испытания на растяжение, описанный в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, должен быть получен механической обработкой из шва с разделкой кромок, рассмотренного в секции 9 и показанного на рис. 2 и 4. Для образцов металла шва, отбираемых из испытательных узлов толщиной $3/4$ дюйма [20 мм] и больше, номинальный диаметр должен составлять 0,500 дюйма. [12,5 мм]. Для образцов металла шва, отбираемых из испытательных узлов толщиной $1/2$ дюйма [12,5 мм], номинальный диаметр должен составлять 0,250 дюйма. [6,5 мм]. Номинальное отношение расчетной длины к диаметру должно составлять 4:1 во всех случаях.

ТАБЛИЦА 8. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДГОТОВКЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ С УГЛОВЫМ ШВОМ

Классификация AWS ^(A)		Электрод				Размер пластины ^(B)				Позиция при сварке	Размер углового шва	
		Размер		Длина		Толщина (Т)		Длина (L), мин. ^(C)			дюйм	мм
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм			
A5.5	A5.5M											
E(X)XX10-X E(X)XX11-X	EXX10-X EXX11-X	³ / ₃₂	2,5	12	300	¹ / ₈	3	10	250	V, OH	⁵ / ₃₂ макс.	4,0 макс.
		¹ / ₈	3,2	14	350	¹ / ₄	6	12	300	V, OH	³ / ₁₆ макс.	5,0 макс.
		⁵ / ₃₂	4,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	V, OH	¹ / ₄ макс.	6,0 макс.
		³ / ₁₆	5,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	V, OH	⁵ / ₁₆ макс.	8,0 макс.
		⁷ / ₃₂		14 или 18	350 или 450	¹ / ₂	12	12 или 16	300 или 400	H	¹ / ₄ мин.	6,0 мин.
		¹ / ₄	6,0	18	450	¹ / ₂	12	16	400	H	¹ / ₄ мин.	6,0 мин.
E(X)XX13-G	EXX13-G	³ / ₃₂	2,5	12	300	¹ / ₈	3	10	250	V, OH	⁵ / ₃₂ макс.	4,0 макс.
		¹ / ₈	3,2	14	350	¹ / ₄	6	12	300	V, OH	³ / ₁₆ макс.	5,0 макс.
		⁵ / ₃₂	4,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	V, OH	¹ / ₄ макс.	6,0 макс.
		³ / ₁₆	5,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	V, OH	³ / ₈ макс.	10,0 макс.
		⁷ / ₃₂		14 или 18	350 или 450	¹ / ₂	12	12 или 16	300 или 400	H	¹ / ₄ мин.	6,0 мин.
E(X)XX15-X	EXX15-X	³ / ₃₂	2,5	12 or	300 или 350	¹ / ₈	3	10 или 12	250 или 300	V, OH	³ / ₁₆ макс.	5,0 макс.
E(X)XX16-X	EXX16-X	¹ / ₈	3,2	14/14	350	¹ / ₄	6	12	300	V, OH	¹ / ₄ макс.	6,0 макс.
E(X)XX18M	EXX18M	⁵ / ₃₂	4,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	V, OH	⁵ / ₁₆ макс.	8,0 макс.
E12018M1	E8318M1	³ / ₁₆	5,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	H	³ / ₁₆ мин.	5,0 мин.
E(X)XX18-X	EXX18-X	⁷ / ₃₂		14 или 18	350 или 450	¹ / ₂	12	12 или 16	300 или 400	H	¹ / ₄ мин.	6,0 мин.
		¹ / ₄	6,0	18	450	¹ / ₂	12	16	400	H	⁵ / ₁₆ мин.	8,0 мин.
E7020-X E7027-X	E4920-X E4927-X	¹ / ₈	3,2	14	350	¹ / ₄	6	12	300	H	¹ / ₈ мин.	3,0 мин.
		⁵ / ₃₂	4,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	H	³ / ₁₆ мин.	5,0 мин.
		³ / ₁₆	5,0	14 или 18	350 или 450	³ / ₈	10	12 или 16	300 или 400	H	¹ / ₄ мин.	6,0 мин.
		⁷ / ₃₂		18 или 28	450 или 700	¹ / ₂	12	16 или 26	400 или 650	H	¹ / ₄ мин.	6,0 мин.
		¹ / ₄	6,0	18 или 28	450 или 700	¹ / ₂	12	16 или 26	400 или 650	H	⁵ / ₁₆ мин.	8,0 мин.
		⁵ / ₁₆	8,0	18 или 28	450 или 700	¹ / ₂	12	16 или 26	400 или 650	H	⁵ / ₁₆ мин.	8,0 мин.
E(X)XX45-P2	EXX45-P2	³ / ₃₂	2,5	14	350	¹ / ₈	3	10 или 12	250 или 300	V-down, OH	³ / ₁₆ макс.	5,0 макс.
		¹ / ₈	3,2	14	350	¹ / ₄	6	12	300	V-down, OH	¹ / ₄ макс.	6,0 макс.
		⁵ / ₃₂	4,0	14	350	³ / ₈	10	12	300	V-down, OH	⁵ / ₁₆ макс.	8,0 макс.
			4,5	14	350	³ / ₈	10	12	300	V-down, OH	¹ / ₄ мин.	6,0 мин.

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Буквы «XX», использованные в классификационных обозначениях электродов в этой таблице, обозначают различные уровни прочности металла шва (70, 80, 90, 100, 110 и 120 [49, 55, 62, 69, 76, и 83]). Значение буквы «X» определено в примечании (А) к табл. 1

(В) См. рис. 3.

(С) Расстояние от конца первого валика до конца испытательного узла должно составлять не менее 4 дюймов [100 мм]; для этого можно использовать выводшую планку или увеличить длину испытательного узла.

РИС. 5 ПОЗИЦИИ ПРИ СВАРКЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УГЛОВЫХ ШВОВ

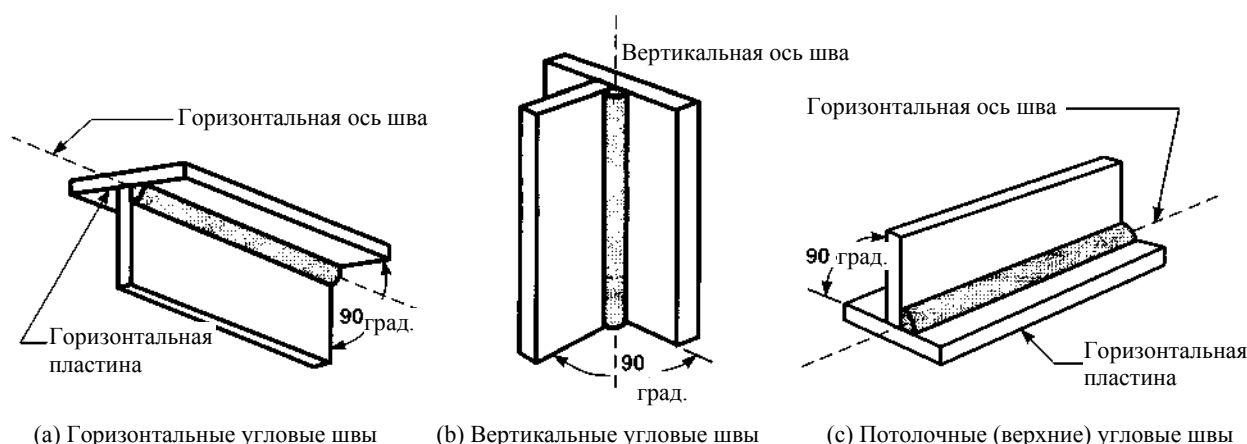


ТАБЛИЦА 9. ТРЕБОВАНИЯ К РАДИОГРАФИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Классификация AWS ^(A)		Радиографический эталон ^(B, C)
A5.5	A5.5M	
E(X)XX15-X	EXX15-X	сорт 1
E(X)XX16-X	EXX16-X	
E(X)XX18-X	EXX18-X	
E7020-X	E4920-X	
E(X)XX18M(1)	EXX18MCL	
E(X)XX45-P2	EXX45-P2	сорт 2
E(X)XX10-X	EXX10-X	
E(X)XX11-X	EXX11-X	
E(X)XX13-G	EXX13-G	
E7027-X	E4927-X	

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Буквы «XX», использованные в классификационных обозначениях в этой таблице, обозначают различные уровни прочности электродов (70, 80, 90, 100, 110 и 120 [49, 55, 62, 69, 76, и 83]). Суффикс «X» в этой таблице заменяет суффиксы A1, B1, B2, и т.п. (см. табл. 2).

(В) См. рис. 6.

(С) Бездефектность в реальных промышленных условиях для различных классов электродов рассматривается в п. А6.11.1 приложения А.

12.2 После механической обработки, но перед испытанием, образцы для испытания на растяжение, которые должны испытываться в состоянии непосредственно после сварки, можно подвергнуть старению при температуре 200° – 220°F [95° – 105°C] в течение не более 48 часов, после чего они должны охладиться до комнатной температуры. Если образец подвергался старению, этот факт, вместе с описанием примененного метода старения, следует занести в испытательный сертификат. Информацию о назначении процесса старения см. в п. А6.3. По взаимному согласию с поставщиком, покупатель может запретить проведение температурного старения для всех механических испытаний, производимых согласно секциям I или J стандарта AWS A5.01.

12.3 Испытание образцов, подвергавшихся и не подвергавшихся старению, должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

12.4 Результаты испытания на растяжение образца металла шва должны отвечать требованиям, установленным в таблице 3.

13. Испытание на удар

13.1 Для классов, требующих проведения испытаний на удар в соответствии с таблицей 5, необходимо способом механической обработки изготовить пять полноразмерных образцов с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи, из испытательного узла, показанного на рис. 2 и 4, в соответствии с секцией «Испытания на вязкость разрушения» стандарта AWS B4.0 или B4.0M. Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность образца с V-образным надрезом для испытаний по Шарпи должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм]. Другие две поверхности должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхностью прямой угол с отклонением не более ±10 минут.

Надрез должен быть выполнен механическими средствами, быть достаточно гладким и перпендикулярным продольным кромкам образца с допуском 1°. Геометрия надреза должна быть измерена по крайней мере на одном образце из каждого набора из пяти образцов. Измерение должно производиться при увеличении минимум в 50 раз с помощью либо теневого проектора, либо металлографического микроскопа. Правильное расположение надреза необходимо проверить травлением до или после механической обработки.

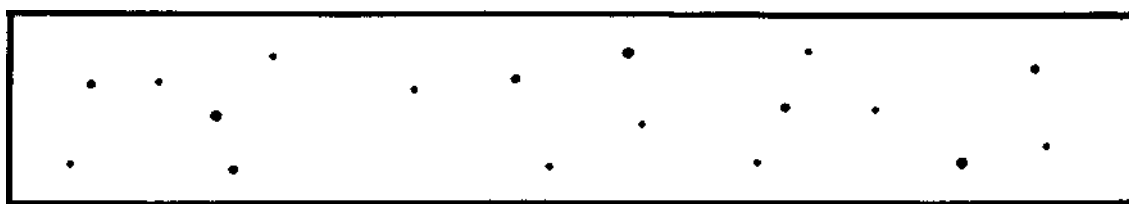
13.2 Испытания данных пяти образцов должны проводиться в соответствии с требованиями секции «Испытания на вязкость разрушения» стандарта AWS B4.0 или B4.0M. Температура испытания должна соответствовать значениям, указанным в таблице 4 для соответствующего класса электрода.

13.3 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. Два из оставшихся трех значений должны быть не ниже установленного уровня. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже этого уровня, однако не меньше чем указанное в таблице 4 единичное значение, а среднее по этим трем значениям не должно быть менее требуемого среднего значения.

14. Испытание углового шва

14.1 Если это указано в таблице 3, необходимо выполнить испытание угловых швов в соответствии с п. 9.5 и рис. 3.

РИС. 6А. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ (СОРТ 1)

**(А) РАЗНООБРАЗНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

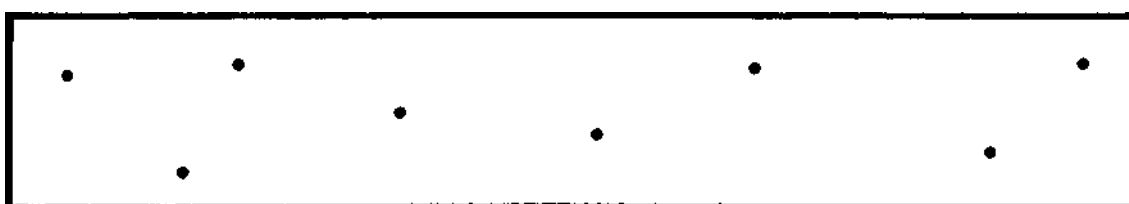
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма [0,4 мм] ДО 1/16 дюйма [1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 18, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО КРУПНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 3/64 дюйма [1,2 мм] – 1/16 дюйма [1,6 мм] = 3.

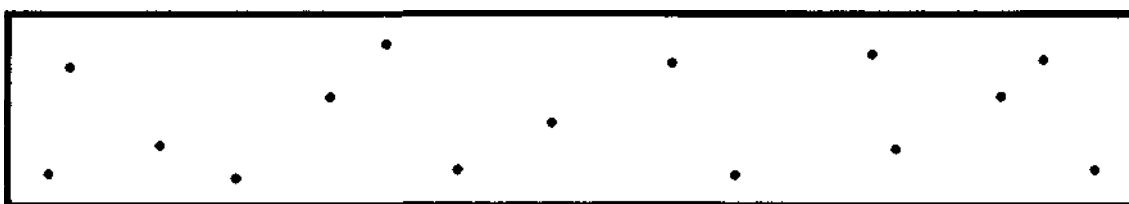
МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СРЕДНИХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 1/32 дюйма [0,8 мм] – 3/64 дюйма [1,2 мм] = 5.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО МЕЛКИХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 1/64 дюйма [0,4 мм] – 1/32 дюйма [0,8 мм] = 10.

**(В) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

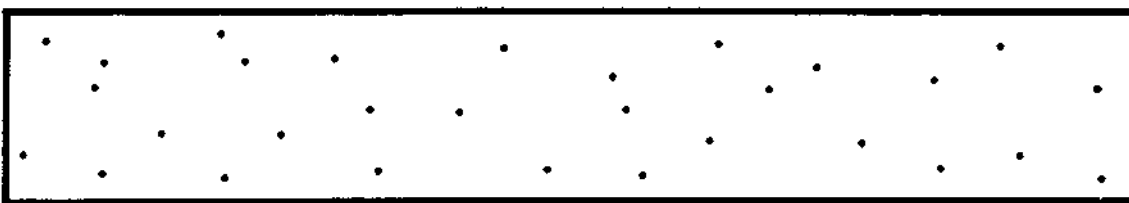
РАЗМЕР ОТ 3/64 дюйма [1,2 мм] ДО 1/16 дюйма [1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 8.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 1/32 дюйма [0,8 мм] ДО 3/64 дюйма [1,2 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 15.

**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

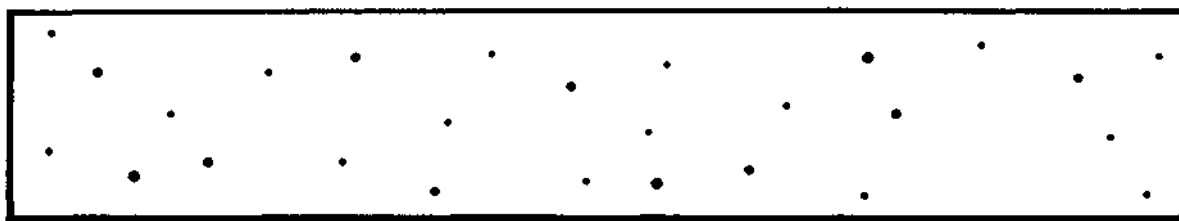
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма [0,4 мм] ДО 1/32 дюйма [0,8 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 30.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
- (2) Поскольку данные испытательные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.
- (3) Индикаторными следами, максимальный размер которых не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], можно пренебречь.

РИС. 6В. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ (СОРТ 2)

**(Е) РАЗНООБРАЗНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

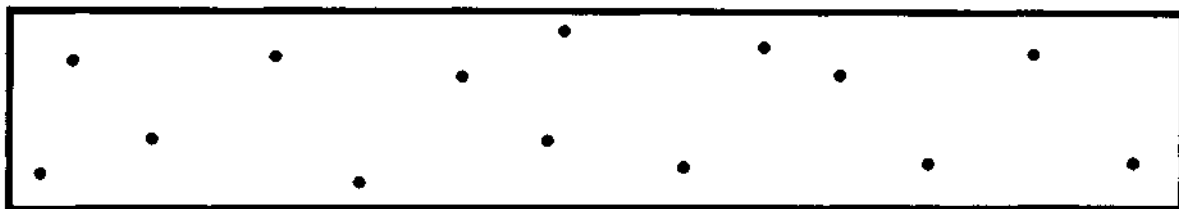
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма [0,4 мм] ДО 1/16 дюйма [1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 27, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО КРУПНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 3/64 дюйма [1,2 мм] – 1/16 дюйма [1,6 мм] = 3.

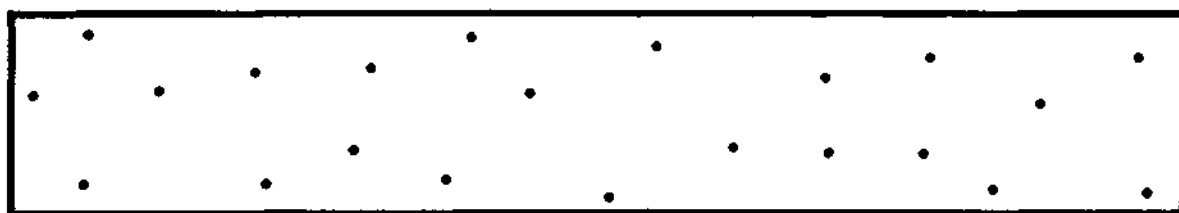
МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СРЕДНИХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 1/32 дюйма [0,8 мм] – 3/64 дюйма [1,2 мм] = 8.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО МЕЛКИХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 1/64 дюйма [0,4 мм] – 1/32 дюйма [0,8 мм] = 16.

**(F) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

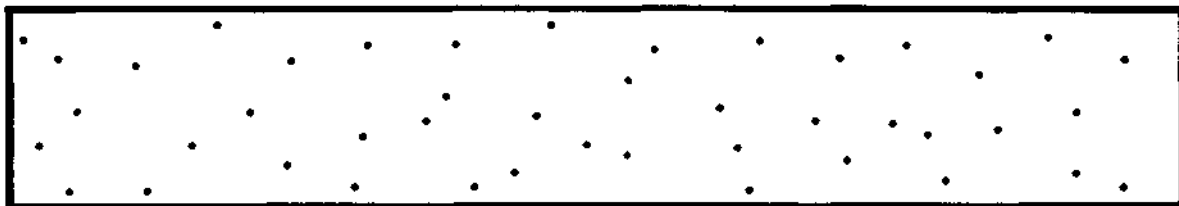
РАЗМЕР ОТ 3/64 дюйма [1,2 мм] ДО 1/16 дюйма [1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 14.

**(G) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 1/32 дюйма [0,8 мм] ДО 3/64 дюйма [1,2 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 22.

**(H) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

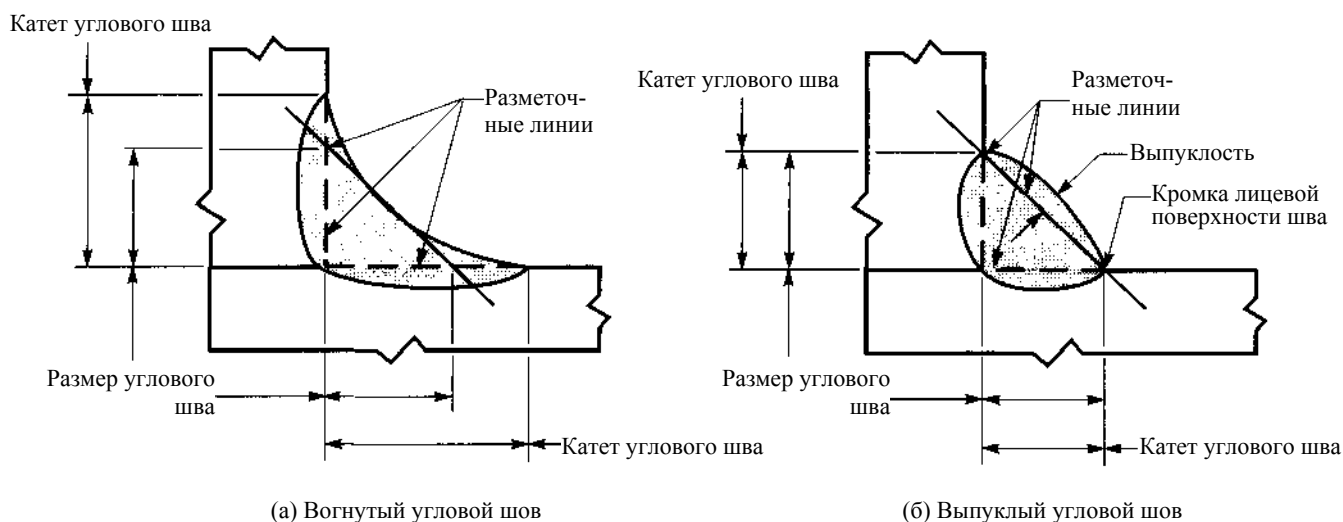
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма [0,4 мм] ДО 1/32 дюйма [0,8 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 44.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
- (2) Поскольку данные испытательные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.
- (3) Индикаторными следами, максимальный размер которых не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], можно пренебречь.

РИС.7. РАЗМЕРЫ УГЛОВЫХ ШВОВ



ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Размер углового шва равен длине катета наибольшего равнобедренного прямоугольного треугольника, который можно вписать в поперечное сечение углового шва.
- (2) Выпуклость равна максимальному расстоянию от лицевой поверхности углового шва по перпендикуляру до линии, соединяющей кромки лицевой поверхности шва.
- (3) Катет углового шва равен расстоянию от основания соединения до кромки лицевой поверхности углового шва.

Следует провести визуальное обследование всей лицевой поверхности выполненного шва. На ней не должно быть следов трещин, наплывов, шлака и пористости, а также значительных подрезов. Допускаются нечастые подрезы глубиной не более $\frac{1}{32}$ дюйма [0,8 мм]. После визуального обследования необходимо подготовить образец, включающий участок шва (в продольном направлении) длиной приблизительно 1 дюйм [25 мм], как показано на рис. 3. Одна поверхность поперечного сечения образца должна быть отполирована и протравлена, а затем исследована согласно требованиям п. 14.2.

14.2 На подготовленной поверхности прочерчивают линии, как показано на рис. 7, затем непосредственным измерением определяют катет и выпуклость шва с точностью до $\frac{1}{64}$ дюйма [0,5 мм] (см. рис. 7). Результаты измерений должны соответствовать требованиям, установленным в табл. 8 для размера углового шва, и в табл. 10 для выпуклости и допустимой разницы в длине катетов.

14.3 Остальные два сечения испытательного узла необходимо разрушить по длине углового шва с приложением усилия согласно рис. 8. Для облегчения разрушения по шву можно использовать одну из следующих методик:

(а) К каждому катету шва может быть добавлен усиливающий валик, как показано на рис. 8(А).

(б) Можно изменить положение ребра на фланце, как показано на рис. 8(В).

(с) Внешняя поверхность углового шва может быть надрезана, как показано на рис. 8(С).

Испытания, при которых шов вырвался из металла основы во время изгибания, недействительны. Об-

разцы, для которых это произошло, заменяются (образец на образец), и испытание доводится до конца. В данном случае не действует требование удвоения количества образцов при повторных испытаниях, содержащееся в секции 8.

14.4 Разрушенные поверхности необходимо исследовать визуально, без оптического увеличения. На них не должно быть трещин. Несплавление у основания шва не должен превышать 20 % полной длины шва. Измеренная вдоль оси шва длина любого из несплавлений не должна превышать 1 дюйм [25 мм], за исключением электродов классов E(X)XX13-G. Для этих классов, угловые швы могут иметь неполное проплавление по всей длине шва. Они также могут иметь несплавления, которые ни в какой точке не должны превышать 25 % длины меньшего из катетов углового шва.

15. Испытание на содержание влаги

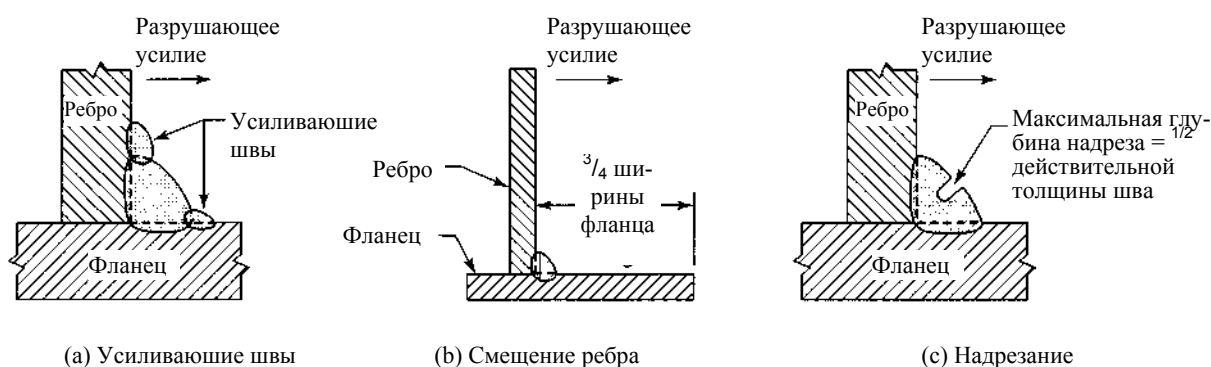
15.1 Содержание влаги в покрытии электродов определяется любым подходящим методом, если это требуется согласно таблице 5. В спорных случаях арбитражным является метод, описанный в AWS A4.4M

15.2 Электроды должны подвергаться испытанию без кондиционирования, если производитель не дает иных рекомендаций. Если электроды подвергались кондиционированию, это должно быть отмечено в протоколе испытаний наряду с методом кондиционирования, временем и температурой. Содержание влаги не должно превышать максимальное значение для испытываемого класса, указанного в таблице 11.

ТАБЛИЦА 10
ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕРАМ ОБРАЗЦОВ С УГЛОВЫМ ШВОМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ

Измеренный размер углового шва		Максимальная выпуклость		Максимальная разность длин катетов углового шва	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
$\frac{1}{8}$ или меньше	3,0 или меньше	$\frac{3}{64}$	1,0	$\frac{3}{64}$	1,0
$\frac{9}{64}$	3,5	$\frac{3}{64}$	1,0	$\frac{3}{64}$	1,0
$\frac{5}{32}$	4,0	$\frac{3}{64}$	1,0	$\frac{3}{64}$	1,0
$\frac{11}{64}$	4,5	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{3}{16}$	5,0	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{1}{16}$	1,5
$\frac{13}{64}$	5,0	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{5}{64}$	2,0
$\frac{7}{32}$	5,5	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{5}{64}$	2,0
$\frac{15}{64}$	6,0	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{3}{32}$	2,5
$\frac{1}{4}$	6,5	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{3}{32}$	2,5
$\frac{17}{64}$	6,5	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{7}{64}$	3,0
$\frac{9}{32}$	7,0	$\frac{1}{16}$	1,5	$\frac{7}{64}$	3,0
$\frac{19}{64}$	7,5	$\frac{5}{64}$	2,0	$\frac{1}{8}$	3,0
$\frac{5}{16}$	8,0	$\frac{5}{64}$	2,0	$\frac{1}{8}$	3,0
$\frac{21}{64}$	8,5	$\frac{5}{64}$	2,0	$\frac{9}{64}$	3,5
$\frac{11}{32}$	8,5	$\frac{5}{64}$	2,0	$\frac{9}{64}$	3,5
$\frac{23}{64}$	9,0	$\frac{5}{64}$	2,0	$\frac{5}{32}$	4,0
$\frac{3}{8}$ или больше	9,5 или больше	$\frac{5}{64}$	2,0	$\frac{5}{32}$	4,0

РИС. 8. ОБРАЗЕЦ С V-ОБРАЗНЫМ НАДРЕЗОМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ ПО ШАРПИ



16. Испытание на поглощение влаги

16.1 Для присвоения низководородному электроду обозначения «R» как электроду, слабо поглощающему влагу, достаточное количество электродов должно быть выдержано при температуре 80°F [27°C] и относительной влажности 80 % в течение не менее чем 9 ч любым подходящим способом. В спорных случаях арбитражным является метод, описанный в пп.16.2 - 16.6. Содержание влаги в электродном покрытии низководородных электродов, слабо поглощающих влагу [E(X)XX15-X R, E(X)XX16-X R, E(X)XX18X R, E(X)XX45-P2 R, и E(X)XX 18M(1) R] следует определить любым подходящим способом. В спорных случаях арбитражным является метод определения содержания влаги, рассмотренный в AWS A4.4M. Содержание влаги в подвергнутом указанным воздействиям покрытию не должно превышать максимального значения для испытываемого класса, указанного в таблице 11.

16.2 Воздействию контролируемых внешних условий должна быть подвергнута выборка электродов наименьшего и наибольшего размеров из класса - кандидата на обозначение «R». Если перед воздействием указанных условий электроды подвергались кондиционированию, это должно быть отмечено в протоколе испытаний наряду с указанием времени и температуры кондиционирования. Кондиционирование электродов после воздействия указанных внешних условий не допускается.

16.3 Образцы электродов должны быть помещены в должным образом откалиброванную и контролируемую камеру искусственного климата на как минимум девять часов при 80°F, +5°F, -0°F, [27°C, +3°C, -0°C,] и 80%, +5%, -0% относительной

16.4 Конструкция камеры искусственного климата должна отвечать следующим требованиям:

ТАБЛИЦА 11
МАКСИМАЛЬНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ВЛАГИ В ПОКРЫТИИ НИЗКОВОДОРОДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация AWS ^(A)		Максимальное содержание влаги, весовые %	
		По получении или после кондиционирования ^(B)	После воздействия ^(C)
A5.5	A5.5M		
E70XX-X, E70XX-X	HZ E49XX-X, E49XX-X HZ	0,4	Не оговорено
E70XX-X R, E70XX-X HZ R	E49XX-X R, E49XX-X HZ R	0,3	0,4
E80XX-X, E80XX-X HZ	E55XX-X, E55XX-X HZ	0,2	Не оговорено
E80XX-X R, E80XX-X HZ R	E55XX-X R, E55XX-X HZ R	0,2	0,4
E90XX-X, E90XX-X HZ E9018M, E9018M HZ	E62XX-X, E62XX-X HZ E6218M, E6218M HZ	0,15	Не оговорено
E90XX-X R, E90XX-X HZ R E9018M R, E9018M HZ R	E62XX-X R, E62XX-X HZ R E6218M R, E6218M HZ R	0,15	0,4
E100XX-X, E100XX-X HZ E10018M, E10018M HZ	E69XX-X, E69XX-X HZ E6918M, E6918M HZ	0,15	Не оговорено
E100XX-X R, E100XX-X HZ R E10018M R, E10018M HZ R	E69XX-X R, E69XX-X HZ R E69XXM R, E69XXM HZ R	0,15	0,4
E110XX-G, E110XX-G HZ E11018M, E11018M HZ	E76XX-G, E76XX-G HZ E7618M, E7618M HZ	0,15	Не оговорено
E110XX-G R, E110XX-G HZ R E11018M R, E11018M HZ R	E76XX-G R, E76XX-G HZ R E7618M R, E7618M HZ R	0,15	0,4
E120XX-G, E120XX-G HZ E12018M, E12018M HZ	E83XX-G, E83XX-G HZ E8318M, E8318M HZ	0,15	Не оговорено
E120XX-G R, E120XX-G HZ R E12018M R, E12018M HZ R	E83XX-G R, E83XX-G HZ R E8318M R, E8318M HZ R	0,15	0,4
E12018M1, E12018M1	HZ E8318M1, E8318M1 HZ	0,10	Не оговорено
E12018M1 R, E12018M1 HZ R	E8318M1 R, E8318M1 HZ R	0,10	0,4

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) См. секцию 16, рис. 9, и табл. 12.

(B) Покрытия быть испытаны в соответствии с секцией 15.

(C) Перед проведением испытаний, указанных в п. 16.1, покрытия должны быть подвергнуты воздействию влажной среды в соответствии с пп. 16.2 — 16.6.

(a) Агрегат должен представлять собой изолированный увлажнитель, обеспечивающий температуру адиабатического насыщения за счет регенеративного испарения или выпаривания воды.

(b) Средняя скорость движения воздуха в воздушной оболочке, окружающей покрытый электрод, в агрегате должна составлять от 100 до 325 фут/мин [от 0,5 до 1,7 м/с].

(c) Агрегат должен иметь бескапельную зону, где покрытый электрод длиной до 18 дюймов [450 мм] может быть расположен так, чтобы его длина была, насколько это возможно, перпендикулярна общему потоку воздуха.

(d) Агрегат должен иметь калиброванные устройства для непрерывного измерения и регистрации температуры шарика сухого термометра и температуры шарика смоченного термометра или разности этих температур в течение всего требуемого периода времени.

(e) Скорость потока воздуха в агрегате должна составлять 900 фут/мин [4,5 м/с] над шариком смоченного термометра, если только мокрый шарик смоченного термометра не проявляет нечувствитель-

ность к скорости потока воздуха или не имеет известного корректирующего фактора, который приравняет данные мокрого шарика смоченного термометра к температуре адиабатической насыщенности.

(f) Термометр со смоченным шариком должен располагаться на входе вентилятора, чтобы на него не попадало тепловое излучение.

16.5 Процедура воздействия на образцы электродов должна быть следующей.

(a) Выборка электродов в нераскрытых упаковках или из партий, прошедших повторное кондиционирование, должна быть нагрета до температуры на -0°F, +10°F [-0°C, +6°C] выше точки росы камеры в момент загрузки.

(b) Выборка электродов должна быть помещена в камеру немедленно после вскрытия упаковок.

(c) Электроды помещают в камеру вертикально или горизонтально с межцентровым расстоянием в 1 дюйм [25 мм] так, чтобы длина электрода была, насколько это практически возможно, перпендикулярна основному потоку воздуха.

ТАБЛИЦА 12
ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИФфуЗИОННОГО ВОДОРОДА В МЕТАЛЛЕ ШВА И НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Классификация AWS	Обозначение содержания диффузионного водорода ^(А)	Содержание диффузионного водорода, максимальное среднее, ^(В) мл(H ₂)/100г наплавленного металла
E(X)XX15-X, E(X)XX16-X,	H16	16,0
E(X)XX18-X, E(X)XX18M(1), или E(X)XX45-P2	H8 H4	8,0 4,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Испытание низководородных электродов на содержание диффузионного водорода требуется только если к классификационному обозначению добавляется обозначение содержания диффузионного водорода, как указано на рис. 9 (см. секцию 17).

(В) Электроды с более низким уровнем диффузионного водорода (H8 и H4) могут производиться не для всех низководородных классов.

(d) Время, температура и влажность должны регистрироваться непрерывно, пока электроды находятся в камере.

(e) Отсчет времени воздействия должен начинаться с момента установления в камере требуемых температуры и влажности.

(f) По истечении времени воздействия электрод следует извлечь из камеры и отобрать образец покрытия электрода для определения содержания поглощенной влаги согласно вехции 15.

16.6 Производитель должен контролировать другие переменные параметры испытания, которые не указаны, но оказывают значительное влияние на согласованность результатов.

17. Испытание на содержание диффузионного водорода

17.1 Для наименьшего и наибольшего размеров электрода, подлежащего маркировке обязательным дополнительным обозначением диффузионного водорода, должны быть проведено испытание в соответствии с одним из методов, рассмотренных в стандарте AWS A4.3. На основании среднего значения результатов испытаний, удовлетворяющих приведенным в таблице 8 требованиям, в конце классификационного обозначения можно добавить соответствующее обязательное дополнительное обозначение диффузионного водорода.

17.2 Испытания должны проводиться без кондиционирования электродов, если производитель не указывает иное. Если электрод подвергается кондиционирования, это необходимо отметить в протоколе испытания наряду с указанием использованного метода кондиционирования, длительности и температура кондиционирования.

17.3 Для сертификации соответствия требованиям к содержанию диффузионного водорода эталонными являются атмосферные условия, обеспечивающие абсолютную влажность 10 гран влаги на фунт сухого воздуха [1,43 г/кг] во время сварки.¹⁰ Фактические атмосферные условия должны быть указаны наряду со средним значением результата испытаний в соответствии со стандартом AWS A4.3.

17.4 Если абсолютная влажность во время подготовки испытательного узла равна или превышает эталонное значение, испытание считается удовлетворяющим требованиям данных технических условий при условии, что фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям в отношении диффузионного водорода для применяемого необязательного дополнительного обозначения. Аналогичным образом, если фактические результаты испытания электрода отвечают требованиям к более низкому или самому низкому обозначению диффузионного водорода, как указано в таблице 12, электрод также отвечает требованиям для обозначения, соответствующего более высокому содержанию диффузионного водорода в таблице 12, без необходимости проведения повторного испытания.

18. Способ изготовления

Электроды и прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

19. Стандартные размеры

19.1 Стандартные размеры (диаметры сердцевин) и длины электродов указаны в табл. 13.

19.2 Диаметр сердцевин не должен изменяться более чем на $\pm 0,002$ дюйма [$\pm 0,05$ мм] от указанного диаметра. Длина не должна изменяться на более чем $\pm 1/4$ дюйма [± 10 мм] от указанной.

20. Сердцевина и покрытие

20.1 Сердцевина и покрытие не должны содержать дефектов, которые могли бы отрицательно повлиять на нормальную работу электрода

20.2 Сердцевина и покрытие должны быть концентричны, разница между максимальным и минимальным размерами «сердцевина-плюс-одно-покрытие» не должна превышать:

(a) 7 % от среднего значения этого размера для электродов размером $3/32$ дюйма [2,5 мм] и меньше;

ТАБЛИЦА 13
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ

Стандартный размер [Диаметр сердцевины ^(D)]			Стандартная длина ^(A,B,C)			
			Все классы кроме E7020-AI [E4920-A1], E7020-G [E4920-G], E7027-AI CE4927- A1], и E7027-G [E4927-G]		E7020-AI [E4920-A1], E7020-G [E4920-G], E7027-AI [E4927-A1], и E7027-G [E4927-G]	
дюйм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
$\frac{3}{32}$ ^(E)	(0,094)		12 или 14	300 или 350	12	300
$\frac{1}{8}$	(0,098)	2,5 ^(E)	12 или 14	300 или 350	12	300
$\frac{5}{32}$	(0,125)	3,2	14	350	14	350
...	(0,156)	4,0	14	350	14	350
...	(0,177)	4,5 ^(E)	14	350	...	...
316	(0,188)	...	14	350	14 или 18	350 или 450
...	(0,197)	5,0	14	350	14 или 18	350 или 450
$\frac{7}{32}$ ^(E)	(0,218)	...	14 или 18	350 или 450	18 или 28	450 или 700
...	(0,236)	6,0	14 или 18	350 или 450	18 или 28	450 или 700
$\frac{1}{4}$ ^(E)	(0,250)	6,4	18	450	18 или 28	450 или 700
$\frac{5}{16}$ ^(E)	(0,312)	8,0 ^(E)	...	...	18 или 28	450 или 700

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Допуск по длине должен составлять $\pm \frac{1}{4}$ дюйма [± 10 мм].

(B) Во всех случаях, зажимные концы стандартные.

(C) Иные значения размеров и длин являются допустимыми и должны быть согласованы между поставщиком и покупателем.

(D) Допуск на диаметр сердцевины должен составлять $\pm 0,002$ дюйма [$\pm 0,05$ мм]. Можно классифицировать электроды с размерами, отличающимися от указанных [см. примечание (C) к табл. 5].

(E) Такие диаметры производятся не для всех классификаций электродов (см. табл. 5).

(b) 5 % — для электродов размером $\frac{1}{8}$ и $\frac{5}{32}$ дюйма [3,2 и 4,0 мм];(c) 4 % — для электродов размером $\frac{3}{16}$ дюйма [4,8 мм] и больше.

Концентричность можно измерять любым подходящим способом.

21. Непокрытая часть сердцевины

21.1 Зажимной конец каждого электрода должен быть голым (без покрытия) для создания контакта с держателем электрода; длина непокрытого конца должна быть не менее $\frac{1}{2}$ дюйма [12 мм] и не более $1\frac{1}{4}$ дюйма [30 мм] для электродов диаметром $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] и меньше, и не менее $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм] и не более $1\frac{1}{2}$ дюйма [40 мм] для электродов диаметром $\frac{3}{16}$ дюйма [4,5 мм] и более.

21.2 Дуговой конец каждого электрода должен быть свободным, а покрытие должно утончаться к концу, чтобы обеспечить легкий поджиг дуги. Длина голой части (измеренная от конца сердцевины до ближайшего места, где покрытие является полным) не должна превышать $\frac{1}{8}$ дюйма [3 мм] или диаметра сердцевины (меньшего из этих значений). Электроды со сколами покрытия возле дугового конца, оголяющими сердцевину на не более чем $\frac{1}{4}$ дюйма [6 мм] или дважды диаметр сердцевины (меньшее из этих значений) удовлетворяют требованиям настоящих технических условий, но только если ни один из сколов не оголяет более 50 % окружности сердцевины.

22. Маркировка электродов

Все электроды должны быть маркированы следующим образом (рис. 9):

22.1 На покрытие электрода должен быть нанесен как минимум один отпечаток, содержащий классификационное обозначение электрода и необязательные дополнительные обозначения; начало отпечатка должно находиться не далее чем $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] от зажимного конца электрода. Префикс «E» в обозначении электрода можно опустить. Также можно отпечатать или маркировать классификационное обозначение электрода на зажимном конце сердцевины.

22.2 Шрифт отпечатка должен быть жирного типа и достаточно крупного размера для того, чтобы быть разборчивым.

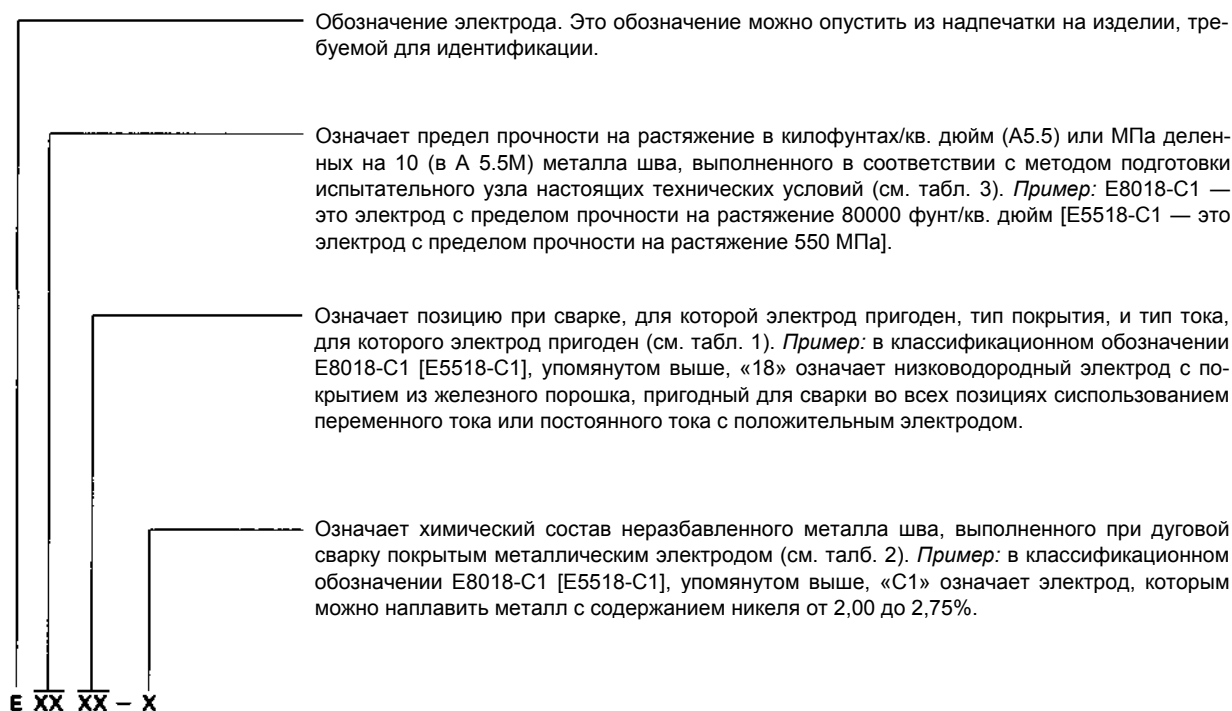
22.3 Краска, используемая для отпечатка, должна обеспечивать удовлетворительный контраст с электродным покрытием, так чтобы числа и буквы оставались читаемыми в нормальных эксплуатационных условиях и до, и после сварки.

23. Упаковка

23.1 Электроды должны быть упакованы, чтобы обеспечить защиту от повреждений по время перевозки и хранения в обычных условиях. Кроме этого, электроды классов E(X)XX18M(1) должны быть упакованы в герметичную тару. Эта герметичная тара должна испытание, описанное в п. 23.3.

РИС. 9 ПОРЯДОК ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ И НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОДА

Обязательные классификационные обозначения [примечание (1)]



E XX XX M
 E XX XX M1
 E XX XX M HZ
 E XX XX M1 HZ

Означает электрод E(X)XX18M(1) [EXX18M(1)], разработанный для удовлетворения требований большинства военных технических условий (большие ударная вязкость, предел текучести, и удлинение (см. табл. 3 и 4). *Пример:* E11018M [E7618M].

E XX XX - X HZ R

Необязательные классификационные обозначения

Означает электроды, удовлетворяющие требованиям испытания на поглощение влаги (необязательное дополнительное испытание для всех низководородных электродов) (см. табл.). *Пример:* E8018-C1 R [E5518-C1 R].

Означает электрод, удовлетворяющий требованиям испытания на содержание диффузионного водорода (необязательное дополнительное испытание металла шва всех низководородных электродов) по получению или после кондиционирования, со средним содержанием диффузионного водорода не превышающим «Z» мл/100 г наплавленного металла, где «Z» равно 4, 8, или 16 (см. табл. 12). *Пример:* E8018-C1 H8 [E5518-C1 H8]. В этом случае, электрод даст максимум 8 мл водорода на 100 г наплавленного металла при испытании согласно настоящим техническим условиям.

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Комбинация этих обозначений дает классификационное обозначение.

23.2 Стандартные упаковки должны быть такими, как оговорено между поставщиком и покупателем.

23.3 Герметичную тару можно испытать, выбрав представительный образец тары и погрузив его в воду с температурой как минимум на 50°F [10°C] большей, чем температура упакованного материала (комнатная температура). Образец следует погрузить в воду так, чтобы наблюдаемая поверхность находилась на 1 дюйм [25 мм] под поверхностью воды, и наибольшее габаритное измерение образца было параллельно поверхности воды. *Протечка* проявляется в виде потока воздушных пузырьков из образца. Образец тары, для которого поток присутствует и длится более 30 секунд, считается не соответствующим требованиям настоящих технических условий.

24. Маркировка упаковок

24.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена

разборчивая маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию об изделии:

(a) номер технических условий и классификационное обозначение AWS (год выпуска можно опустить);

(b) наименование поставщика и торговая марка;

(c) стандартный размер и вес нетто;

(d) номер партии, контроля или плавки.

24.2 Соответствующие сведения по технике безопасности¹¹, приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте, должны быть хорошо заметно и разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая индивидуальную упаковку в составе групповой упаковки.

¹¹ Типичные примеры «предупреждающих ярлыков» для некоторых распространенных и специфических расходных материалов, используемых в определенных процессах, показаны на рисунках в стандарте ANSI Z49.1.

Приложение А (информационное)

Руководство к техническим условиям AWS для электродов из низколегированной стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом

(Это приложение не является частью AWS A5.5/A5.5M:2006, *Покрытые электроды из слаболегированной стали для дуговой сварки. Технические условия*, и включено только для информации.)

A1. Введение

Целью настоящего руководства является связь классификации электродов с их предназначенным применением, с тем чтобы данные технические условия могли использоваться более эффективно. Ссылка на соответствующие технические условия на основные металлы дается всегда, когда это возможно и полезно. Такие ссылки даются только в качестве примеров, а не в виде полного перечня материалов, для которых пригоден каждый присадочный металл.

A2. Система классификации

A2.1 Система классификационного обозначения электрода в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для классификации присадочных металлов. Буква «E» обозначает электрод, как в других технических условиях. Первые две (или три) цифры, 70 (или 110) [49 (млн 76)], например, означают предел прочности на растяжение как минимум 70 (или 110) кфунтов/кв. дюйм [490 (или 760) МПа] металла сварного шва, сваренного и прошедшего послесварочную термическую обработку (если необходимо) в соответствии с секцией о подготовке испытательного узла настоящих технических условий. Третья (или четвертая) цифра означает позицию, в которой с помощью электрода может быть выполнен удовлетворительный сварной шов.

Так, «1», как в E7018-C2L (или E11018M), [E4918C2L (или E7618M)], означает, что электрод применим для всех позиций сварки (нижней, горизонтальной, вертикальной и потолочной). Цифра «2», как в E7020-A1 [E4920-A1], означает, что электрод применим для сварки в нижней позиции и для выполнения угловых сварных швов в горизонтальной позиции. Цифра «4», как в E8045P2 [E5545-P2], означает, что электрод применим для сварки в нижней, горизонтальной, и потолочной позициях, и особенно полезен для вертикальной сварки с продвижением вниз. Последние две цифры вместе обозначают род тока, с которым может использоваться электрод и тип покрытия электрода, как указано в таблице 1.

За исключением электродов, аналогичных военным [например, E(X)XX18M(1)], классы электродов в данных технических условиях включают также буквенный индекс, отделенный дефисом от предела прочности на растяжение и типа эксплуатации. Такое обозначение состава, как A1, B3 или W1, определяет

классификацию как отличную от классификаций ANSI/AWS A5.1, *Покрытые электроды из слаболегированной стали для дуговой сварки. Технические условия*. Обозначение состава определяет химический состав металла сварного шва как указано в таблице 2. Например, обозначение состава «A1» определяет электрод, как производящий сварной шов из молибденоуглеродистой стали, при дуговой сварке металлическим покрытым электродом.

A2.2 В настоящих технических условиях также используются необязательные обозначения для идентификации электродов и прутков, отвечающих обязательным классификационным требованиям, а также некоторым дополнительным требованиям, согласованным между поставщиком и покупателем. Некоторые низководородные электроды могут иметь необязательные обозначения. Необязательное дополнительное обозначение диффузионного водорода «HZ», следующее за обозначением состава, указывает, что среднее значение максимального содержания водорода не превышает «Z» мл/100 г наплавленного металла при испытании в состоянии «как получено», или после кондиционирования согласно стандарту AWS A4.3. Если классификационное обозначение указывает на то, что электрод соответствует более низкому или самому низкому содержанию водорода согласно таблице 12, это подразумевает, что данный электрод также соответствует всем более высоким пределам содержания водорода; при этом его маркировка соответствующим обозначением не требуется. Так, электрод, обозначенный как «H4», также отвечает требованиям для электродов, обозначенных как «H8» и «H16» без дополнительных указаний. См. секцию 18, рис. 9, и табл. 12.

Буква «R» указывает на классификацию электродов с низким содержанием водорода. Она используется для обозначения электродов, испытанных в условиях влажной среды в течении заданного количества времени для определения свойств поглощения влаги, дополнительно к стандартному испытанию на содержание влаги, требуемого для классификации электродов с низким содержанием водорода. См. секцию 16 и примечание (d) к табл. 1, а также рис. 9 и табл. 11.

A2.3 Классы «G»

A2.3.1 В данных технических условиях указаны присадочные металлы классов E(X)XXXX-G.

Обозначение «G» указывает на принадлежность присадочного металла к *общему* классу. Класс называется *общим*, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Назначение такой классификации заключается в предоставлении возможности классифицировать в рамках настоящих технических условий те присадочные металлы, которые в том или ином отношении (например, химический состав) отличаются от всех других классов (т.е. в данном примере состав присадочного металла не соответствует химическому составу любого из классов в настоящих технических условиях). Целью при этом является обеспечение возможности немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два присадочных металла, имеющих одинаковое обозначение «G», могут значительно различаться по некоторым параметрам (например, по химическому составу).

A2.3.2 Само различие (но не обязательно величина этого различия), речь о котором шла выше, выражается в настоящих технических условиях формулировками «Не требуется» и «Не оговорено». Суть этих формулировок заключается в следующем:

выражение «*Не оговорено*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет о результатах некоторого конкретного испытания. Оно означает, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены;

Выражение «*Не требуется*» используется в тех разделах технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации присадочного металла. Это выражение означает, что данное испытание не является обязательным, поскольку требования к испытанию (к результатам испытания) для данного класса не установлены.

Иначе говоря, если конкретное требование не установлено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание для того, чтобы отнести присадочный металл к определенному классу. Если покупатель желает получить результаты такого испытания, с тем чтобы рассмотреть возможность конкретного применения данного изделия этого класса, он должен оговорить возможность получения указанной информации от поставщика изделия. Покупатель должен также согласовать с поставщиком методику приемочных испытаний и требования к результатам этих испытаний. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (с помощью стандарта ANSI/AWS A5.01, *Присадочные металлы. Руководство по поставке*) в заказ на поставку.

A2.3.3 Запрос о введении нового класса присадочного металла

(a) Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса «G», производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой.

Если производитель предпочитает использовать класс «G», Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

(b) Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В запросе должны быть указаны, в частности, следующие сведения:

(1) все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, требования к химическому составу, механическим свойствам;

(2) Все условия проведения испытаний, используемых для установления соответствия изделия классификационным требованиям. (Достаточным будет, например, указать, что условия сварки аналогичны условиям, применимым для других классов.);

(3) информация по темам «Описание» и «Предполагаемое использование», аналогичная существующим для других классификаций, для соответствующей секции Приложения.

(c) Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(1) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса;

(2) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;

(3) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(4) подшивает оригинал запроса в дело;

(5) добавляет в журнал запросов, ожидающих выполнения

(d) Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(e) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

A2.4 Международная классификационная система. Международный Институт Сварки (IIW) разрабатывает международную систему обозначения для сварочных присадочных металлов для использования во многих технических условиях ISO. Самые последние, на момент печати, предложение об обозначении присадочных металлов дано в табл. 5A, 5B, и 5C документа AWS IFS:2002. Недавно были опубликованы «существующие» стандарты ISO 2560:2002, *Материалы, расходуемые при сварке — Покрытые электроды для ручной дуговой сварки металлическим электродом нелегированных и мелкозернистых сталей — Классификация*, ISO 3580:2004, *Материалы, расходуемые при сварке — Покрытые электроды для ручной дуговой сварки металлическим электродом жаропрочных сталей — Классификация*, и ISO 18275:2005, *Материалы, расходуемые при сварке — Покрытые электроды для ручной дуговой сварки металлическим электродом высокопрочных сталей — Классификация*. Сосуществующий стандарт указывает две параллельные системы, примерно совпадающие с Европейской системой (сторона «A») и системой AWS (сторона «B»). В каждом случае, сторона «B» идентична или близка к обозначению AWS. В табл. A.1 приложения показаны классы и классификационные обозначения из технических условий ISO, эквивалентные классам присадочных металлов настоящих технических условий.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, как оговорено в настоящем документе. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, таблица 1 стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

A4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и необязательных дополнительных обозначений (при их наличии) на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или производитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий. Единственным безоговорочным требованием в отношении испытаний при такой *сертификации* является фактическое проведение производителем испытаний, требуемых согласно техническим условиям, в отношении представительной выборки поставляемого материала и соответствие результатов этих испытаний требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса, имеющая одинаковый состав. *Сертификация* не подразумевает, что испытания любого рода были обязательно проведены на образцах материала

поставки. Испытания этого материала не обязательно были проведены. Основанием для *сертификации* соответствия техническим условиям является классификационное испытание *представительной выборки*, определение которой дано выше, и «Программа производителя по обеспечению качества» стандарта AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (c) интенсивность выделения дыма, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;
- (e) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1 (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A.6 Аспекты сварочных работ

A6.1 Свойства металла сварного шва могут значительно изменяться в зависимости от размера электродов, силы тока, напряжения, размера валиков, толщины основного металла, геометрии соединения, температуры предварительного нагрева и температуры между проходами, состояния поверхности, химического состава основного металла, разбавления, и т.п.. Из-за сильного влияния, оказываемого этими переменными на характеристики сварного шва, для данных технических условий была выбрана определенная процедура выполнения сварного шва, которая близка к часто используемым процедурам и сводит к минимуму влияние различий в самых основных переменных.

A6.2 Однако следует помнить, что производственные условия могут отличаться. Это может привести к изменению характеристик металла шва. Например, температура между проходами может изменяться от комнатной до нескольких сотен градусов. Для классификационных испытаний не может быть выбрана единственная температура или разумный диапазон температур, характерных для всех условий производства.

Характеристики сварных швов, получаемых на производстве, могут изменяться в зависимости от конкретных режимов сварки. Характеристики сварных швов могут не повторять или даже близко не соответствовать значениям, указанным для швов, предназначенных для испытаний. Например, пластичность однопроходных угловых сварных швов на толстых листах, полученных при холодной погоде, без должного предварительного прогрева может уменьшаться до значения, которое более чем в два раза меньше указанного здесь обычно получаемого значения.

ТАБЛИЦА А.1. СРАВНЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ КЛАССОВ^(А)

ISO				AWS			
2560A ^(В)	2560B ^(В)	3580A ^(С)	3580B ^(С)	18275A ^(D)	18275B ^(D)	A5.5	A5.5M
Электроды из молибденоуглеродистой стали							
E38xMo	E49xx-1M3	EMo x	E49XX-MM3			E70xx-AI	E49XX-A1
Электроды из марганцевомолибденовой стали							
	E55xx-3M2					E80XX-D1	E55XX-D1
				E69xx-4M2		E100xx-D2	E69xx-D2
			E550xMnMo	E62xx-3M3		E90xx-D3	E62xx-D3
Электроды из хромомолибденовой стали							
		ECrMo0.5	E55XX-CM			E80xx-BI	E55xx-BI
		ECrMo1	E55XX-1CM			E80xx-B2	E55XX-B2
		ECrMoL	E55xx-1CML			E70xx-B2L	E49xx-B2L
		ECrMo2	E62xx-2C1M			E90xx-B3	E62xx-B3
		ECrMo2L	E55xx-2C1ML			E80xx-B3L	E55XX-B3L
			E55XX-2CM1L			E80xx-B4L	E55xx-B4L
			E55XX-C1M			E80xx-B5	E55XX-B5
		ECrMo5	E55XX-5CM			E80xx-B6	E55XX-B6
			E55XX-5CML			E80XX-B6L	E55XX-B6L
			E55XX-7CM			E80XX-B7	E55XX-B7
			E55XX-7CML			E80xx-B7L	E55xx-B7L
		ECrMo9	E55XX-9C1M			E80xx-B8	E55xx-B8
			E55xx-9C1ML			E80xx-B8L	E55XX-B8L
		ECrMo91	E62XX-9C1MV			E90XX-B9	E62XX-B9
Электроды из никелевой стали							
	E55xx-N5					E80xx-CI	E55XX-C1
	E49xx-N5					E70xx-C1L	E49XX-C1L
	E55xx-N7					E80xx-C2	E55XX-C2
	E49xx-N7					E70xx-C2L	E49XX-C2L
	E55xx-N2					E80xx-C3	E55XX-C3
	E49xx-N2					E70xx-C3L	E49XX-C3L
	E55xx-N3					E80xx-C4	E55XX-C4
	E6215-N13L					E90XX-C5L	E62xx-C5L
Электроды из никельмолибденовой стали							
E38x1NiMo	E55xx-N2M3					E80xx-NM1	E55XX-NM1
Электроды для военного применения							
E550x1,5NiMo	E6218-N3M1					E9018M	E6218M
						E10018M	
	E6918-N3M2			E69xMn2NiCrMo	E7618-N4CM2	E11018M	E6918M E7618M
				E69xMn2NiCrMo	E8318-N4C2M2	E12018M	E8318M E8318M1
						E12018M1	
Стальные электроды из атмосферостойкой стали							
	E49xx-NCC2					E7018-W1	E49XX-W1
	E5518-NCC1					E8018-W2	E55xx-W2

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Требования к указанным эквивалентным классам не обязательно эквивалентны во всех отношениях.

(В) ISO 2560, *Материалы, расходуемые при сварке — Покрытые электроды для ручной дуговой сварки металлическим электродом легированных и мелкозернистых сталей — Классификация.*(С) ISO 3580, *Материалы, расходуемые при сварке — Покрытые электроды для ручной дуговой сварки металлическим электродом жаропрочных сталей — Классификация.*(D) ISO 18275, *Материалы, расходуемые при сварке — Покрытые электроды для ручной дуговой сварки металлическим электродом высокопрочных сталей — Классификация.*

Это не говорит о том, что электроды или сварные швы не соответствуют стандарту данных технических условий. Это только указывает на то, что производственные условия являются более суровыми, чем условия испытаний, предписываемые настоящими техническими условиями.

A6.3 Другим фактором, требующим внимания при сварке является водород. Металлы сварного шва, полученные с помощью электродов с другими свойствами, нежели электроды с низким содержанием водорода классов [E(X)XX15-X, E(X)XX16-X, E(X)XX18-X, E(X)XX18M(1), и E(X)XX45-P2], содержат значительное количество водорода в течение некоторого периода времени после сварки. Большая часть этого водорода постепенно улетучивается. По прошествии двух или четырех недель при комнатной температуре или 24 - 48 часов при температуре от 200°F до 220°F [от 90°C до 105°C], большая часть водорода улетучилась. В результате изменения количества содержания водорода, вязкость металла сварного шва увеличивается до присущего значения, тогда как пределы текучести, пределы прочности на растяжение и ударные свойства остаются относительно неизменными.

Настоящие технические условия допускают применение старения опытного образца при температуре 200°F - 220°F [90°C - 105°C] в течении периода времени до 48 часов перед проведением испытания сварного шва на растяжение или на поперечный изгиб. Это позволяет минимизировать расхождение в результатах тестов (См. также A8.2, Испытания по определению содержания диффундирующего водорода). Иногда для низководородных электродов оказываются полезным искусственное старение, особенно при испытании высокопрочных наплавов. Необходимо помнить, что процесс старения может включать выдержку испытательных образцов при комнатной температуре в течение нескольких дней, либо выдержку при более высокой температуре в течение более короткого периода времени. Соответственно, пользователь должен использовать адекватные значения температур предварительного разогрева и температуры между проходами, чтобы избежать вредного влияния водорода при производственной сварке.

A6.4 Если сварные швы подвергаются послесварочной термообработке, то особое внимание следует уделять температуре. Пределы текучести и прочности на растяжение уменьшаются, если увеличивается температура и время послесварочной термообработки.

A6.5 Сварные швы, полученные с помощью электродов одного класса и с применением одной и той же процедуры сварки будут демонстрировать значительное различие в пределах текучести и прочности на растяжение в состоянии непосредственно после сварки и прошедшего послесварочную термообработку. Даже металлы шва, полученные электродами одинакового класса и при одинаковых методах сварки, но подвергнутые послесварочной термообработке при разных температурах или продолжительностях, будут иметь различные уровни прочности. Послесварочная термообработка металлов шва из низколегированных сталей, описанных в настоящих технических условиях, может привести к отпуску (смягчению) или вторичному отверждению металла шва. Для проверки того, что свойства полученного металла шва соответствуют желаемым, пользователям рекомендуется провести свои собственные оценки для метода сварки, который будет применяться в производственных условиях.

A6.6 Минимальные температуры предварительного прогрева и между проходами также оказывают значительное влияние на уровень прочности,

достигаемый некоторыми металлами сварного шва из низколегированной стали. На данные металлы сварного шва оказывает влияние высокая скорость охлаждения, что приводит к тенденции возникновения более мартенситных или бейнитных микроструктур. Данные микроструктуры часто демонстрируют более высокий предел текучести и прочности на растяжение при уменьшении пластичности. Скорость охлаждения может быть замедлена с помощью более высокой температуры предварительного прогрева и температуры между проходами. В таблице 7 данных технических условий приводится рабочий диапазон температуры предварительного прогрева и температуры между проходами, подходящий для изготовления испытательных узлов. Тем не менее, в современном производстве пользователям рекомендуется испытывать собственные методики для получения уверенности в том, что ими выбраны правильная температура предварительного прогрева и температура между проходами для достижения желаемых результатов в производстве.

A6.7 Тепловложение измеряется обычно в Джоулях на линейный дюйм, Дж/дюйм [кДж/мм]. Однако в данных технических условиях при подготовке испытательного сварного узла тепловложение определяется последовательностью наложения валиков и общим количеством слоев сварки по завершении испытательного узла со швом с разделкой кромок. Тепловложение в значительной мере влияет на уровень прочности многих высокопрочных металлов шва, выполненных классами электродов, описанными в настоящих технических условиях. Например, металл сварного шва, выполненный электродом E11018M [E7618M] при погонной энергии 35000 Дж/дюйм (1,38 кДж/мм) может превышать предел текучести 110 кфунтов/кв. дюйм (760 МПа) после сварки, и предел текучести 95 кфунтов/кв. дюйм (655 МПа) после послесварочной термической обработки. С другой стороны, если погонная энергия увеличивается до 55000 Дж/дюйм (2,17 кДж/мм), то тот же самый электрод выполнит сварной шов, не превышающий предел текучести после сварки 110 кфунтов/кв. дюйм (760 МПа), а по окончании послесварочной термической обработки предел текучести может быть ниже 95 кфунтов/кв. дюйм (655 МПа). Поэтому при тепловложении большем или меньшем нормы классификационных испытаний, пользователю рекомендуется провести испытание предполагаемой процедуры сварки для того, чтобы убедиться в том, что ожидаемый уровень прочности будет достигнут в производстве. Особенно это относится к случаям, когда необходимы комбинированные виды сварки.

A6.8 Можно считать, что электроды, отвечающие всем требованиям к данному классу, имеют одинаковые характеристики. Для электродов различных марок сохраняются некоторые отличия в связи с тем, что существуют расхождения во взглядах на предпочтительные рабочие характеристики электродов.

A6.9 Так как электроды, относящиеся к данному классу, имеют схожие рабочие характеристики и механические свойства, пользователь может ограничить изучение имеющихся электродов только электродами нужного класса, лучше всего соответствующего требованиям пользователя.

A6.10 Настоящие технические условия не устанавливают значений для всех характеристик электродов, соответствующих данному классу, но устанавливают важнейшие характеристики. В некоторых случаях, конкретная характеристика является общей для нескольких классов, и проведение испытаний необязательно. В других случаях характеристики оказываются

столь неуловимыми, что для их определений не существует подходящих методов. Данные технические условия могут не содержать всей информации, необходимой для того, чтобы определить какой класс электродов наилучшим образом отвечает конкретным условиям. Сведения в секции A7 о типичных применениях для каждого класса дополняют сведения, изложенные в других секциях настоящих технических условий. Однако следует учитывать, что обязанностью производителя является убедиться, что выбранный электрод удовлетворит всем требованиям предполагаемого применения при использовании конкретных условий производства.

A6.11. Ниже приведены некоторые наиболее важные испытания, позволяющие определить основные характеристики электродов:

A6.11.1 Радиографический контроль. Почти все электроды из низколегированной стали, входящие в настоящие технические условия, способны производить сварные швы, отвечающие большинству требований к радиографической бездефектности. Однако, при неправильном применении, дефектные швы могут быть сделаны любым электродом. Для электродов некоторых классификаций требования к радиографической бездефектности, приведенные в Таблице 9, не обязательно являются характерными для средней радиографической бездефектности, ожидаемой в процессе сварки. Электроды классов. Электроды классов E(X)XX10-X, E(X)XX11-X, и E7020-X могут представлять приемлемые результаты радиографического испытания. В определенных условиях, особенно при продолжительной сварке длинных соединений на относительно толстой металлической основе, электроды с низким содержанием водорода классов E(X)XX15-X, E(X)XX16-X, E(X)XX18M(1), E(X)XX18-X, и E(X)XX45-R2 часто демонстрируют лучшие результаты.

С другой стороны, в соединениях, подверженных влиянию атмосферы со стороны основания, на концах соединений, в соединениях с частыми остановками в сварке и при сварке труб малого диаметра или небольших, тонких соединений неправильной формы, электроды с низким содержанием водорода, низководородные электроды имеют тенденцию к производству швов с низким показателем радиографической бездефектности. Для дуговой сварки покрытым металлическим электродом, лучшие результаты по радиографической бездефектности достигаются при сварке небольших, тонких деталей электродами класса E6013 E(X)XX13.

Электроды классов E7027-X [E4927-X] производят швы, которые могут быть как вполне хорошими, так и худшими по показателям радиографической бездефектности, причем наблюдается скорее последняя тенденция.

A6.11.2 Испытание углового шва. Это испытание выполняется для подтверждения эксплуатационной пригодности электрода. Характеристиками этого вида испытания являются внешний вид шва (то есть контур и чистота поверхности сварного шва, подрез, наплыв, размер и стойкость к растрескиванию). Это испытание является также прекрасным и недорогим методом определения достаточности сплавления в основании шва (одна из важнейших характеристик пригодности электрода). На результаты испытания может повлиять степень опытности сварщика.

A6.11.3 Ударная вязкость. Испытания образца с V-образным надрезом на ударную вязкость по Шарпи включены в настоящие технические условия. С помощью всех классов электродов данных техни-

ческих условий можно получить сварной шов достаточной ударной вязкости для разнообразного применения. Включение в настоящие технические условия требований к ударной вязкости для некоторых классов электродов позволяет использовать эти технические условия в качестве руководства при выборе электродов в тех случаях, когда специально оговорены требования к ударным свойствам при низкой температуре. Если не обратить особое внимание на процедуру сварки, подготовки и испытания испытательных образцов, результаты испытаний сварного шва на ударную вязкость могут иметь значительные расхождения. Следует учитывать, что значения энергии удара приведены для образцов с V-образным надрезом (ISO-V), и их не следует путать со значениями, полученными в других испытаниях на ударную вязкость.

A6.12 Содержание влаги в покрытии электродов и кондиционирование

A6.12.1 Водород может оказывать вредное влияние на свойства сварных швов для некоторых сталей при определенных условиях. Одним из источников водорода является влага, находящаяся в покрытии электрода. Поэтому электроды должны храниться и подготавливаться к работе соответствующим образом.

A6.12.2 Произведенные электроды содержат допустимое количество влаги, в соответствии с типом покрытия и прочностью металла шва. Затем электроды, как правило, упаковываются в тару, которая призвана обеспечивать соответствующую защиту покрытых электродов от влаги.

A6.12.3 Если существуют опасения, что электроды с целлюлозным покрытием поглощают слишком большое количество влаги, их можно восстановить с помощью прокаливания. Для некоторых электродов требуется прокалывание при температурах до 800°F [425°C] в течение от одного до двух часов. Температура и длительность прокалывания зависят от технологии производства электродов, относительной влажности воздуха и температуры среды, в которой хранятся электроды. Некоторые типичные способы хранения и сушки включены в табл. A2.

A6.12.4 Для целлюлозных покрытых электродов классов E(X)XX10-X и E(X)XX11-X необходимо содержание влаги от 3 до 7 процентов для того, чтобы обеспечить должную работу. Это означает, что хранение или использование электродов при температуре окружающей среды выше указанной может слишком высушить эти электроды и неблагоприятным образом повлиять на их работу (см. табл. A2).

A6.13 Сердцевина. Сердцевина всех электродов в данных технических условиях обычно (но не всегда) состоит из малоуглеродистой стали с типичным составом, который может значительно отличаться от состава металла шва, выполненного покрытым электродом.

A6.14 Покрытия

A6.14.1 Покрытия некоторых классов электродов содержат достаточно большое количество порошка железа и других металлов. (Используемое здесь понятие «железный порошок» включает также порошки других металлов, добавляемые к покрытию для легирования металла шва. Например, в сплавы, обозначенные B7, B8, и B9, могут входить довольно большие количества хрома и феррохрома.) Железный порошок плавится вместе с сердцевинной во время плавления электрода, и входит в состав наплавленного металла, так же, как сердцевина.

ТАБЛИЦА А.2.
ТИПОВЫЕ УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ И СУШКИ ДЛЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Классификация AWS		Условия хранения ^(А)		Условия сушки ^(В)
A5.5	A5.5M	Окружающий воздух	Сушильные печи	
E(X)XX10-X E(X)XX11-X	EXX10-X EXX11-X	Температура окружающей среды	Не рекомендуется	Не рекомендуется
E(X)XX13-G E7020-X E7027-X	EXX13-G E4920-X E4927-X	60-100°F [15-40°C] максимальная относительная влажность 50 %	100-120°F [40-50°C]	1 час при температуре 250-300°F [125-150°C]
E(X)XX15-X E(X)XX16-X E(X)XX18M(1) E(X)XX18-X E(X)XX45-P2	EXX15-X EXX16-X EXX18VK1) EXX18-X EXX45-P2	Не рекомендуется ^(С)	250-300°F [125-150°C]	1 час при температуре 500-800°F [250-425°C]

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) После извлечения из упаковки изготовителя.

(В) Из-за существенного различия в составе покрытия, конкретные условия сушки должны быть рекомендованы изготовителем.

(С) Некоторые из этих классификаций электродов могут быть обозначены как отвечающие требованиям к низкому уровню поглощения влаги. Это обозначение не подразумевает, что для них рекомендуется хранение на открытом воздухе.

Так как значительная часть электроэнергии, проходящей через электрод, расходуется на плавление толстого покрытия и находящегося в нем железного порошка, такие электроды могут работать при достаточно больших токах. В результате электроды, имеющие в своих покрытиях железный порошок, обеспечивают более высокую скорость нанесения шва, чем электроды такого же размера, не содержащие железного порошка.

A6.14.2 Из-за большой толщины покрытия и образования глубокого кратера на дуговом конце электрода, электроды с железным порошком можно успешно использовать, применяя метод «протаскивания». При использовании этого метода покрытие электрода находится в контакте со свариваемой деталью на протяжении всего процесса сварки, что значительно облегчает этот процесс. Однако при использовании электродов $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм] или $\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм] для получения шва с разделкой кромок или в какой-либо позиции, кроме нижней или горизонтальной позиции при сварке углового сварного шва, более предпочтителен метод короткой дуги.

A6.14.3 Электроды E70XX-X были включены в данные технические условия для того, чтобы учесть минимальные значения прочности, полученные для электродов из низколегированной стали, а также для того, чтобы учесть производственную потребность в низколегированных электродах с минимальным пределом прочности на растяжение в 70 кфунтов/кв. дюйм [480 МПа]. В отличие от классов электродов E70XX стандарта ANSI/AWS A5.1, *Покрытые электроды из слаболегированной стали для дуговой сварки. Технические условия*, эти электроды содержат намеренно добавленные легирующие добавки, и некоторые из них должны отвечать минимальным требованиям прочности на растяжение после послесварочной термообработки.

A6.14.4 Низководородные электроды имеют минеральные покрытия, богатые карбонатом кальция и другими ингредиентами с низким содержанием влаги и органических материалов, а соответственно, с низким содержанием водорода. Низководородные электроды были разработаны для сварки низколегиро-

ванной, высокопрочной стали, с возможным высоким содержанием углерода. Иные электроды, кроме низководородных, могут послужить причиной вызванного водородом трещинообразования в таких сталях. Трещины в основании шва случаются в основном металле, обычно прямо под наплавленным валиком сварного шва. Также могут образоваться трещины в шве. Причиной этого трещинообразования является водород, абсорбированный из газовой среды в зоне дуги. Несмотря на то, что эти трещины обычно не возникают в углеродистой стали с низким содержанием углерода, они могут возникнуть, если сварка стали с более высоким содержанием углерода или низколегированной стали не низководородными электродами или без соблюдения мер безопасности, таких, как увеличение температуры предварительного прогрева и послесварочный прогрев. Более подробную информацию об испытаниях низководородных электродов см. секции 16 и 17 технических условий, и в пп. A9.2 и A9.3 данного приложения.

Некоторые электродные покрытия со сверхнизким содержанием водорода (Н4) могут показывать плохие эксплуатационные свойства и давать неприемлемый уровень пористости. Это обычно связано с переменной или избыточной длиной дуги, и сильно зависит от уровня квалификации оператора.

A6.15 Рабочий диапазон силы тока. В табл. А3 приводится рабочий диапазон силы тока, который является удовлетворительным для большинства классов электродов. При сварке в вертикальной позиции по направлению снизу вверх обычно используются низшие показатели рабочего диапазона токов.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов и прутков

A7.1 Химический состав. Химический состав полученного металла сварного шва часто является ключевым при выборе электрода. В сочетании с соответствующей термообработкой, любой состав может достигнуть широкого диапазона сопротивления коррозии и механических свойств при различных температурах использования.

ТАБЛИЦА A2
ТИПИЧНЫЙ РАБОЧИЙ ДИАПАЗОН СИЛЫ ТОКА

Диаметр электрода		E(X)XX10-X и E(X)XX11-X		E7020-X [E4920-X]	E7027-X [E4927-X]	E(X)XX15-X и E(X)XX16-X	E(X)XX18M(1) и E(X)XX18-X	E(X)XX45-P2
дюйм	мм		E(X)XX13-G					
³ / ₃₂	2.5	от 40 до 80	от 45 до 90			от 65 до 110	от 70 до 100	от 80 до 110
¹ / ₈	3.2	от 75 до 125	от 80 до 130	от 100 до 150	от 125 до 185	от 100 до 150	от 115 до 155	от 125 до 160
⁵ / ₃₂	4.0	от 110 до 170	от 105 до 180	от 130 до 190	от 160 до 240	от 140 до 200	от 135 до 185	от 170 до 215
³ / ₁₆	4.5							от 180 до 240
⁷ / ₃₂	5.0	от 140 до 215	от 150 до 230	от 175 до 250	от 210 до 300	от 180 до 255	от 200 до 275	
¹ / ₄	6.0	от 170 до 250		от 225 до 310	от 250 до 350	от 240 до 320	от 260 до 340	
⁵ / ₁₆	8.0	от 210 до 320		от 275 до 375	от 300 до 420	от 300 до 390	от 315 до 400	
					от 375 до 475			

Как правило, металл сварного шва должен максимально соответствовать химическому составу и механическим свойствам основного металла. Обычно является желательным, чтобы металл шва как можно ближе к основному металлу по химическому составу и механическим свойствам. Фактически, многие электроды, классифицированные для данных технических условий, были разработаны для определенных марок или классов основного металла. В случае, если невозможно подобрать оптимальное сочетание, для выбора наиболее подходящих электродов может понадобиться инженерная оценка в сочетании с испытаниями сварного шва.

В таблице 2 приводятся подробные требования к химическому составу сварного шва для каждого класса электродов. В таблицах 3 и 4 перечислены механические свойства металла сварного шва при использовании электрода в нижней позиции, а требования в случае, если свариваемая деталь подвергается термообработке после сварки, описаны в таблицах 3 и 7. Нужно помнить, что изменение позиции при сварке, переменные сварки и термическая обработка влияют на механические свойства. Тем не менее, за исключением воздействия примесей, химический состав остается практически без изменений.

Суффиксы, являющиеся частью каждого обозначения класса электродов из сплава, обозначают химический состав металла сварного шва, выполненного электродом. Нижеследующие параграфы выявляют различия между этими электродами и группами электродов, и указывают типичное их применение.

A7.1.1 Электроды E70XX-A1 [E49XX-A1] (С-Мо сталь). Эти электроды аналогичны электродам E70XX [E49XX] из углеродистой стали, классифицированным в ANSI/AWS A5.1, за исключением того, что было добавлено 0,5 % молибдена. Эта добавка увеличивает прочность металла шва, особенно при высоких температурах, и несколько увеличивает сопротивление коррозии; тем не менее, она может уменьшить ударную вязкость металла шва. Типичное применение включает сварку основного металла из С-Мо стали, например, листовой A204 ASTM или трубопроводной A335-P1.

A7.1.2 Электроды EXXXX-BX and EXXXX-BXL (Сг-Мо сталь). Эти низкоуглеродные электроды дают сварной шов, содержащий от 0,5 % до 9 % хрома и от 0,5 % до 1 % молибдена. Они разработаны для выполнения сварного шва для использования при высоких температурах, и соответствуют свойствам

типичных основных металлов, как показано в таблице A3

Для многих из этих классов Сг-Мо электродов были установлены низкоуглеродные классы EXX1Y-BXL. В то время как с помощью обычных электродов Сг-Мо выполняется сварной шов с примерно 0,08 % содержанием углерода, так называемые «марки L» ограничиваются максимальным содержанием углерода в 0,05 %. Более низкое содержания углерода в металле шва увеличивает пластичность и уменьшает твердость, но одновременно уменьшает сопротивление металла шва высоким температурам и ползучести.

В связи с тем, что с помощью всех электродов Сг-Мо выполняется шов, затвердевающий в неподвижном воздухе, для большинства случаев необходим как предварительный прогрев, так и термическая обработка после сварки.

Ни для одного из электродов класса Сг-Мо не были установлены требования к ударной вязкости. Несмотря на то, что электроды типа Сг-Мо с минимальными значениями прочности можно получить при температуре окружающей среды до 32°F (0°C), конкретные показатели и испытания должны оговариваться особо поставщиком и покупателем

A7.1.2.1 Электроды E70XX-B2L [E49XX-B2L] и E80XX-B3L [E55XX-B3L]. В AWS A5.5-81 и предыдущих изданиях, электроды, классифицированные как E70XX-B2L [E49XX-B2L], были классифицированы как E70XX-B2L [E49XX-B2L]. Аналогично, электроды, классифицированные здесь как E80XX-B3L [E55XX-B3L], были классифицированы как E90XX-B3L [E62XX-B3L]. По сравнению с A5.5-81, в AWS A5.5-96 и в настоящем издании составы соответствующих классов не изменились. Обозначения прочности и требования к прочности при комнатной температуре по окончании послесварочной термообработки были сокращены как следствие того факта, что результаты классификационных испытаний коммерческих продуктов показывали минимальный предел прочности на растяжение на протяжении многих лет. Для основных металлов, с которыми обычно используются данные классы электродов, предъявляются более низкие требования к прочности, чем в предыдущих классификациях электродов. Таким образом, классы E70XX-B2L [E49XX-B2L] настоящего стандарта должны считаться идентичными соответствующим классам E80XX-B2L [E55XX-B2L] в A5.5-81, за исключением случаев, когда более высокая прочность, указанная в предыдущих спецификациях

данных электродов, особенно необходима для выполнения конкретной сварочной процедуры. Аналогично, классы E80XX-B3L [E55XX-B3L] настоящего стандарта должны считаться идентичными классам E90XX-B3L [E62XXB3L] стандарта A5.5-81.

A7.1.2.2 Электроды E90XX-B9 [E62XX-B9].

E90XX-B9 [E62XX-B9] – это 9% Cr - 1% Mo, низководородный электрод, модифицированный ниобием и ванадием, и предназначенный для обеспечения большего предела текучести, прочности, усталостной долговечности, и сопротивления окислению и коррозии при высоких температурах. Благодаря лучшим свойствам данного сплава при высоких температурах, элементы, изготавливаемые сейчас из нержавеющей и ферритных сталей, могут изготавливаться из одного сплава, избегая проблем, связанных с разнородными сварными швами.

В дополнение к требованиям классификации в настоящих технических условиях, могут быть определены либо ударная вязкость, либо предел текучести при высоких температурах. В связи с влиянием различных уровней углерода и ниобия, конкретные значения и испытания должны особо оговариваться между покупателем и поставщиком.

Термообработка данного сплава является критичной и должна строго контролироваться. Температура, при которой трансформация микроструктуры в мартенсит (M_f) завершается, является относительно низкой. Для приложений, где требуется оптимальная пластичность и стойкость к ползучести, следует рассмотреть варианты охлаждения шва для более полной трансформации в мартенсит.

Максимальная разрешенная температура для послесварочной термообработки также является критичной, поскольку более низкая температура трансформации (A_{c1}) также сравнительно низка. Для достижения лучших результатов при послесварочной термообработке, было наложено ограничение на Mn + Ni [см. табл. 2, примечание (j)]. Комбинация Mn и Ni способствует понижению температуры A_{c1} до температуры послесварочной термообработки, что может вызывать частичную трансформацию микроструктуры. Ограничение Mn + Ni обеспечивает температуру послесварочной термообработки достаточно меньшую, чем A_{c1} , во избежание этой частичной трансформации.

A7.1.3 Электроды EXXXX-CX and EXXXX-CXL (Ni сталь). Эти низководородные электроды были разработаны для получения металла сварного шва усиленной прочности, не затвердевающего при этом на воздухе и без увеличения ударной вязкости при такой низкой температуре как -175°F (-115°C). Они отличаются содержанием никеля, подразделяясь на пять номинальных уровней: 1 % Ni, 1-1/2 % Ni, 2-1/2 % Ni, 3-1/2 % Ni и 6-1/2 % Ni в стали.

При уровне углерода до 0,12 % увеличивается прочность, что позволяет классифицировать данные электроды из никелевой стали как E80XX-CX [E55XX-CX]. Тем не менее, при более низком содержании углерода увеличивается прочность при низкой температуре, что совпадает со свойствами никелевой стали основного металла, как например, A203 марка E ASTM и классы A352 LC3 и LC4 ASTM. Так, предполагаемое использование и требуемые механические качества определяют, использовать или нет

марки «L». Многие виды низколегированной стали нуждаются в послесварочной термической обработке для снятия напряжения или отпуска сварного шва и зоны термического воздействия для достижения большей пластичности. Часто допускается превышение температуры послесварочной термообработки, указанной в таблице 7. Тем не менее, во многих случаях металл сварного шва из никелевой стали может оставаться без послесварочной термообработки. Если для свариваемой детали из никелевой стали предписана послесварочная термическая обработка, температура не должна превышать максимум, указанный в таблице 7 для данного класса, так как никелевая сталь при высоких температурах может становиться хрупкой.

A7.1.4 Электроды E8018-NM1 [E5518-NM1] (Ni-Mo-сталь). Этот низководородный электрод, содержащий около 1 % никеля и 0,5 % молибдена, аналогичен электродам из Mn-Mo стали, описанным в A7.1.5. Однако с помощью этого электрода можно выполнять сварку без послесварочной термообработки, но прочность и ударная вязкость в результате будет ниже показателей, достигнутых с помощью Mn-Mo электродов. Типичным применением является сварка высокопрочной, низколегированной или микрорегированной конструкционной стали.

A7.1.5 Электроды E(X)XX1X-DX [EXX1X-DX] (Mn-Mo сталь). С помощью этих низководородных электродов выполняется сварной шов, содержащий около 1,5 % марганца и от 1/3 до 2/3 % молибдена. Этот металл сварного шва обеспечивает более высокую прочность и лучшую ударную вязкость, чем C-1/2 % Mo и 1% Ni-1/2 % Mo сталь сварного шва, упомянутая в A7.1.1 и A7.1.4. Тем не менее, металл сварного шва этих электродов из Mn-Mo стали достаточно хорошо затвердевает на воздухе и обычно нуждается в предварительном прогреве и послесварочной термообработке. Отдельные электроды, отнесенные к данной группе, были разработаны для того, чтобы соответствовать механическим свойствам и сопротивлению коррозии высокопрочной, низколегированной стали сосудов давления, как например, ASTM A 302 марка B.

A7.1.6 Электроды E(X)XXXX-G (общий класс, низколегированная сталь). Эти электроды описаны в A2.3. Эти классы электродов могут быть как модификациями других отдельных классов электродов, так и совершенно новыми классами. Покупатель и пользователь должны получить от поставщика описание и рекомендации по предполагаемому применению электрода.

A7.1.7 Электроды E(X)XXXXM(1) (подобные военным). Эти низководородные электроды изначально были разработаны для военных целей, как например, сварка стали типа HY80 и HY100. Для достижения желаемых свойств металла сварного шва и бездефектности, эти электроды имеют небольшие легирующие добавки (особенно Ni) и требуют внимательного контроля содержания влаги в покрытии электрода и других источников водорода. Контроль должен осуществляться постоянно во время изготовления электрода, упаковки, транспортировки и хранения. Эти электроды обычно используются без последующей послесварочной термообработки. Тем не менее, часто используется обработка для высвобождения

дения водорода при низких температурах (обычно ниже 500°F [260°C]). В состоянии непосредственно после сварки, механические свойства металла шва включают минимум предела прочности на растяжение от 90 до 120 кфунтов/кв. дюйм [от 620 до 830 МПа] и хорошую ударную вязкость при температуре от 0°F до -60°F [от -18°C до -51°C]. Обладая такими свойствами, электроды E(X)XXXXM(1) подходят для соединения многих видов высокопрочной, низколегированной или микрелегированной стали между собой или с типами менее прочной стали, включая углеродистую сталь.

A7.1.8 Электроды EXX10-P1 (трубопроводные). Эти электроды были разработаны прежде всего для сварки типичных высокопрочных стыковых соединений труб в вертикальной позиции по направлению вверх или вниз. Благодаря своему целлюлозному покрытию они обеспечивают глубокое проплавление, сварочную дугу струйного типа и тонкие, легко удаляемые шлаки. Такое сочетание оптимально для достижения полного проплавления и радиографического качества при нисходящей сварке стыковых соединений, когда ось трубы находится в горизонтальной позиции. Хотя к химическому составу металла сварного шва, выполненного с помощью этих электродов, не выдвигается минимальных требований, поставщик должен предоставить достаточно компонентов сплава для того, чтобы металл шва отвечал повышенным требованиям к механическим свойствам. Особое внимание должно быть уделено минимальным показателям предела текучести, так как большая часть материалов и систем транспортного трубопровода имеют крайний предел текучести. Типичным применением для электродов E7010-P1 [E4910-P1], E8010-P1 [E5510-P1], и E9010-P1 [E6210-P1] является сварка трубопроводных узлов API-5L-X52, API-5L-X65, and API-5L-X70, соответственно.

A7.1.9 Электроды EXX18-P2 (трубопроводные). Эти электроды были разработаны прежде всего для сварки горячих, заполняющих и накрывающих проходов в высокопрочных стыковых соединений труб в вертикальной позиции по направлению вверх. Некоторые электроды этих классов можно использовать для угловых швов по направлению вниз. Низкое содержание водорода в покрытии этих электродов делает их особенно подходящими для безтрещинного соединения высокопрочных труб. Типичными применениями электродов этих классов являются сварка трубопроводных сталей API 5L до и включая марку X80, а также многих других высокопрочных, высоко-, средне- и низкоуглеродных сталей. Электроды этих классов обычно не рекомендуется использовать для заварки корня шва (узким швом) на открытых зазорах.

A7.1.10 Электроды E(X)XX45-P2 (трубопроводные). Эти электроды были разработаны прежде всего для сварки горячих, заполняющих и накрывающих проходов в высокопрочных стыковых соединений труб в вертикальной позиции по направлению вниз. Эти классы не рекомендуются для вертикальной сварки с продвижением вверх. Электроды этих классов часто можно использовать для угловых швов по направлению вниз, например при ремонтной сварке при прикреплении рукавов. Низкое содержание водорода в покрытии этих электродов делает их особенно подходящими для сварки по направлению вниз безтрещинных стыковых соединений высокопрочных труб, когда ось трубы горизонтальна. Типич-

ными применениями электродов этих классов являются сварка трубопроводных сталей API 5L с использованием электрода подходящей прочности, а также многих других высокопрочных, высоко-, средне- и низкоуглеродных сталей. Электроды этих классов обычно не рекомендуется использовать для заварки корня шва (узким швом) на открытых зазорах.

A7.1.11 Электроды EXX18-WX(нержавеющая сталь). Данные низкоуглеродные электроды используются для получения металла сварного шва, соответствующего сопротивлению коррозии и окраске конструкционной стали типа нержавеющей ASTM. Эти особые свойства достигаются путем добавления около 0,5 % меди в металл шва. Для достижения соответствия требованиям прочности, пластичности и ударной вязкости металла сварного шва, добавлены также хром и никель. Эти электроды используются для сварки типичной нержавеющей стали, как, например, A242 и A588 ASTM.

A8. Особые испытания

Для определения пригодности материалов в некоторых случаях могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные испытания для определения таких свойств как твердость, коррозионная устойчивость, а также механических свойств при более высоких или более низких рабочих температурах. Положения о заказе таких испытаний устанавливаются стандартом AWS A5.01. Данная секция приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания. Эти испытания могут проводиться по соглашению между поставщиком и покупателем.

A8.1 Испытание на содержание диффузионного водорода

A8.1.1 При сварке нелегированных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,3% или менее, а также менее прочных легированных сталей, растрескивания металла шва или зоны термического воздействия под действием водорода обычно не происходит. Тем не менее, электроды указанных в настоящих технических условиях классов иногда используются для сварки углеродистых сталей с более высоким содержанием водорода или низколегированных высокопрочных сталей, при котором растрескивание под действием водорода может представлять собой серьезную проблему.

A8.1.2 Поскольку фактический уровень диффузионного водорода сильно влияет на тенденцию образования трещин под его воздействием, может оказаться желательным измерить содержание диффузионного водорода, связанное с конкретным электродом. Соответственно, в настоящие технические условия включены необязательные дополнительные обозначения содержания диффузионного водорода для указания максимального среднего значения, полученного при строго определенных условиях испытания согласно стандарту AWS A4.3.

A8.1.3 При пользовании этой информацией следует помнить, что фактические производственные условия могут обусловить значения содержания диффузионного водорода, отличные от указанных в обозначении.

A8.1.4 Использование при сварке эталонных атмосферных условий необходимо из-за того, что дуга

никогда не имеет идеальной защиты. Влага из воздуха, помимо содержащейся в электроде или газе, может попасть в зону дуги и затем в сварочную ванну, увеличивая общее обнаруженное содержание диффузионного водорода. Это влияние можно свести к минимуму, поддерживая подходящую скорость подачи газа и как можно более короткую длину дуги при сохранении ее стабильности. Практика показывает, что влияние длины дуги невелико для уровня H16, но может быть очень существенным для уровня H4. Электрод, соответствующий требованиям к H4 при эталонных атмосферных условиях, может не соответствовать им в условиях высокой влажности во время сварки, особенно при применении большой длины дуги.

A8.1.5 Низководородные электроды могут также поглощать значительное количество влаги при хранении во влажных условиях в поврежденной или открытой таре, и особенно на протяжении длинных промежутков времени. В наихудшем случае, пребывание незащищенных электродов при высокой влажности даже в течение двух часов может привести к значительному повышению содержания диффузионного водорода. Если электроды были подвержены подобным влияниям, следует проконсультироваться у производителя о возможном ухудшении водородных свойств и возможных способах восстановления электродов.

A8.1.6 Электроды с уровнями содержания диффузионного водорода H16, H8, и H4 производятся не для всех классов. О наличии этих классов для конкретного класса следует проконсультироваться у производителя.

A8.2 Старение образцов для испытаний на растяжение и изгиб. После выполнения шва, наплавленный металл может в течение некоторого времени содержать значительное количество водорода. Большая часть этого водорода постепенно улетучивается со временем. Этот процесс может продолжаться от нескольких недель при комнатной температуре до нескольких часов при повышенной температуре. В результате изменения уровня водорода пластичность металла шва увеличивается до характерного для этого металла значения, в то время как предел текучести, предел прочности на растяжение и ударная вязкость практически не изменяются. Настоящие технические условия допускают старение образцов для испытаний на растяжение и изгиб (только выполненных с применением композиционных электродов) при повышенной температуре до 220°F [105°C] в течение не более 48 часов перед проведением испытаний. Целью такой обработки является ускорение удаления водорода из испытательного образца для сведения к минимуму несоответствий в ходе испытаний. Операция старения иногда используется для наплавов, выполненных электродами с низким содержанием водорода, особенно при испытаниях высокопрочных наплавов. Необходимо иметь в виду, что при проведении операции старения может потребоваться выдержка испытательных образцов при комнатной температуре в течение нескольких дней или выдержка при высоких температурах в течение более короткого времени. В связи с этим пользователям настоятельно рекомендуется использовать адекватную температуру предварительного нагрева и температуру между проходами, чтобы избежать вредного влияния водорода в промышленных сварных швах.

A8.3 Определение содержания поглощенной влаги. Разработка низководородных покрытий электродов,

не впитывающих влагу во время пребывания на влажном воздухе является последним усовершенствованием в технологии покрытых электродов. Не все коммерческие низководородные электроды имеют эти свойства. Для оценки этой характеристики было разработано испытание для определения содержания поглощенной влаги, описанное в секции 16. Условия внешних воздействий для испытаний выбраны произвольно. Другие условия могут давать иные результаты.

Исследовательская группа подкомитета AWS A5 A провела оценку данного испытания и заключила, что он дает возможность успешно различать влагостойкие электроды от остальных. Исследовательская группа также обратила внимание на значительное непостоянство результатов измерения содержания влаги в покрытии по результатам совместного испытания электродов несколькими лабораториями. Точность испытания такова, что во влагостойких электродах из одной партии показатели влаги в покрытии варьировались от 0,15 % или менее до 0,35 % или более. Причина этого непостоянства на настоящий момент остается невыясненной, но исследовательская группа считает, что оно связано с условиями воздействия и с присущей методу испытания изменчивости. В связи с этим непостоянством, исследовательская группа заключила, что устанавливать пределы содержания влаги в покрытии подвергающихся воздействию влагостойких электродов ниже 0,4 % на настоящий момент не целесообразно.

A9. Отмененные классы

Некоторые классы присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. В течение срока действия настоящих технических условий были отменены классы, перечисленные в таблице A4 (по годам их последнего включения в настоящие технические условия).

A10. Общая информация по технике безопасности

A10.1 Вопросы безопасности и охраны здоровья выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Информация о безопасности и охране здоровья содержится в секции A5 и частично приведена ниже. Аналогичные сведения можно почерпнуть из других источников, в том числе ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*¹², а также из соответствующих федеральных норм и законодательства отдельных штатов.

A10.2 Таблицы данных по безопасности и здоровью. Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные ниже, изданы AWS. Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Таблицы данных по безопасности и здоровью периодически изменяются и к ним добавляются новые данные.

¹² Стандарт ANSI Z49.1 публикуется Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ТАБЛИЦА А.4. ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССЫ ЭЛЕКТРОДОВ^(А)

Классификация AWS	Дата последнего издания A5.5 [ASTM A 316] ^(G)	Классификация AWS	Дата последнего издания A5.5 [ASTM A 316] ^(G)
E7010 ^(B)	1954	E10025	1948
E7011 ^(B)	1954	E10026	1948
E7013	1948	E10030	1948
E7015 ^(C)	1954	E12015 ^(B)	1954
E7016 ^(C)	1954	E12016 ^(B)	1954
E7020 ^(B)	1954	E7015-C1	1954
E7025	1948	E7016-C1	1954
E7026	1948	E7015-C2	1954
E7030	1948	E7016-C2	1954
E8010 ^(B)	1954	E9010-B3	1954
E8011 ^(B)	1954	E9011-B3	1954
E8013 ^(B)	1954	E9013-B3	1954
E8015 ^(B)	1954	E8010-B1	1958
E8016 ^(B)	1954	E8011-B1	1958
E8020	1948	E8013-B1	1958
E8025	1948	E8015-B1	1958
E8026	1948	E8010-B2	1958
E8030	1948	E8011-B2	1958
E9010 ^(B)	1954	E8013-B2	1958
E9011 ^(B)	1954	E8015-B2	1958
E9013 ^(B)	1954	E8015-B4	1958
E9015 ^(B)	1954	E8016-B4	1958
E9016 ^(B)	1954	E8018-B4	1958
E9020	1948	E8015-C1	1958
E9025	1948	E8015-C2	1958
E9026	1948	E8015-C3	1958
E9030	1948	E9016-D1	1958
E10010 ^(B)	1954	E7018-W ^(D)	1981
E10011 ^(B)	1954	E8015-B2L ^(E)	1981
E10013 ^(B)	1954	E8018-B2L ^(E)	1981
E10015 ^(B)	1954	E8018-NM ^(F)	1981
E10016 ^(B)	1954	E8018-W ^(D)	1981
E10020	1948	E9015-B3L ^(E)	1981
		E9018-B3L ^(E)	1981

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Информацию об отмененных классах и их использовании см. п. А9 приложения.

(В) Классы электродов с более высоким пределом прочности на растяжение без требований к химическому составу были сняты с производства в 1958 г. и заменены классами «G» для создания единой классификации, отличающейся требованиями к химическому составу электродов.

(С) Классы E7015 и E7016 были перенесены в AWS A5.1-58Ti по сей день включены в действующую версию данных технических условий.

(D) Классификационные обозначения E7018-W и E8018-W были изменены на E7018-W1 и E8018-W2 для того, чтобы суффикс обозначения отличался для двух химических составов неразбавленного металла шва.

(E) Эти классы Cr-Mo электродов изменены с использованием обозначения более низкой прочности. Это отражает более приближенный к реальности минимальный предел прочности на растяжение для металла сварного шва из безуглеродной хромо-молибденовой стали. Это изменение иногда может вызвать соответствующее уменьшение предела текучести металла сварного шва, в зависимости от качества контроля его химического состава.

(F) Класс E8018-NM был изменен на E8018-NM1 для создания возможности классификации других электродов из Ni-Mo стали в будущих изданиях.

(G) ASTM A 316 был изменен после 1980.

A10.3 Указатель по таблицам данных по безопасности и здоровью (SHF)¹³

№	Название
1	Пары и газы
2	Радиация
3	Шум
4	Сварочные пары хрома и никеля
5	Угроза электрического шока
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Защита от механических повреждений
9	Предотвращение падений
10	Падающие объекты
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономичность сварочного оборудования
14	Графические символы на предупредительных знаках

№	Название
15	Руководство по оформлению документов по здоровью и безопасности
16	Ритмоводители и сварка
17	Электрические и магнитные поля
18	Отключение питания и вывешивание предупреждающих ярлыков
19	Лазерная сварка и безопасность при резке
20	Безопасность при термическом напылении
21	Точечная контактная сварка
22	Выход кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Калифорнийское предложение 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла и газами
26	Наблюдение дуги с безопасного расстояния
27	Электроды из торированного вольфрама
28	Безопасность при работе с кислородогозовым топливом: обратные клапаны и предохранительные затворы
29	Заземление переносных и смонтированных на базовой машине генераторов сварки
30	Баллоны: безопасность при хранении, транспортировке и эксплуатации

¹³ Стандарты AWS публикуются Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ПОКРЫТЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.



SFA-5.6



(Идентичны техническим условиям AWS A5.6-84R. В спорных случаях используется исходный вариант.)

Область применения

Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации покрытых медных электродов и электродов из медных сплавов для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Они включают составы, в которых содержание меди превышает количество любого другого компонента.

Примечание: Попытки обеспечить классификацию всех марок присадочных металлов из меди и медных сплавов не предпринималось; включены только наиболее применяемые.

Единицы измерения, принятые в США, являются стандартными для данных технических условий. Единицы СИ приведены как эквивалентные единицам измерения, принятые в США. Стандартные величины и размеры в двух системах единиц не являются идентичными, поэтому стандартный размер или величина в единицах одной системы после преобразования не всегда совпадает со стандартным размером или величиной в другой системе. Однако приемлемое преобразование стандартных размеров из одной системы в другую можно осуществлять, если применять соответствующие допуски в каждом конкретном случае.

ЧАСТЬ А – ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.Классификация

1.1 Сварочные материалы, описываемые этими техническими условиями, классифицируются на основе химического состава металла шва, как указано в таблице 1.

1.2 Отнесенные к одному классу материалы не должны классифицироваться под другим обозначением в настоящих технических условиях.

2.Приемка

Приемка материалов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*

3.Сертификация

Для всех материалов, представленных в этих технических условиях, производитель удостоверяет, путем нанесения маркировки, требуемой в секции 18,

что изделие или представительная выборка прошли испытания, требуемые для классификации, и что материал соответствует всем другим требованиям данных технических условий.

4.Правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунтов/кв. дюйм, а другие значения – с точностью до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29, *Результаты испытаний. Рекомендуемая методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

ЧАСТЬ В – ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

5.Обзор испытаний

Испытания, требуемые для каждого класса, указаны в таблице 2.

6.Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального испытательного узла, либо из одного или двух новых испытательных узлов.

В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

7.Испытательные сварные узлы

Для всех классов, кроме ECuNi, требуется два испытательных узла. Для класса ECuNi требуется три испытательных узла:

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Классификация AWS	Номер UNS ^a	Общепринятое название сплава	Состав, вес, процентное содержание ^{a, б}											Общее количество других элементов
			Cu, включая Ag	Zn	Sn	Mn	Fe	Si	Ni ^c	P	Al	Pb	Tl	
ECu	W60189	Медь	остаток	e	e	0,10	0,20	0,10	e	e	0,10	0,02	–	0,50
ECuSi	W60656	Кремнистая бронза (медно-кремнистый)	остаток	e	1,5	1,5	0,50	2,4–4,0	e	e	0,01	0,02	–	0,50
ECuSn-A	W60518	Фосфористая бронза Медно-оловянный	остаток	e	4,0–6,0	e	0,25	e	e	0,05–0,35	0,01	0,02	–	0,50
ECuSn-C	W60521		остаток	e	7,0–9,0	e	0,25	e	e	0,05–0,35	0,01	0,02	–	0,50
ECuNi ^d	W60715	Медно-никелевый (70/30)	остаток	e	e	1,00–2,50	0,40–0,75	0,50	29,0–33,0	0,020	–	0,02	0,50	0,50
ECuAl-A2	W60614	Алюминиевая бронза	остаток	e	e	e	0,50–5,0	1,5	e	–	6,5–9,0	0,02		0,50
ECuAl-B	W60619	Алюминиевая бронза	остаток	e	e	e	2,5–5,0	1,5	e	–	7,5–10,0	0,02	–	0,50
ECuNiAl	W60632	Никель-алюминиевая бронза	остаток	e	e	0,50–3,5	3,0–6,0	1,5	4,0–6,0	–	6,0–8,5	0,02	–	0,50
ECuMnNiAl	W60633	Марганцево-никелево- алюминиевая бронза	остаток	e	e	11,0–13,0	2,0–6,0	1,5	1,0–2,5	–	5,0–7,5	0,02	–	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Необходимо провести анализ на содержание элементов, для которых указано содержание или «е». Если в ходе рутинного анализа выявится наличие других элементов, необходимо провести дальнейший анализ, чтобы убедиться, что конечное содержание этих элементов не превышает пределов, указанных в колонке таблицы «Общее количество других элементов».
- b. Единственное значение является максимальным.
- c. SAE/ASTM, Унифицированная система числового обозначения для металлов и сплавов.
- d. Включая кобальт.
- e. Для класса ERCuNi содержание серы не должно превышать 0,015 %.
- f. Эти элементы должны быть включены в общее количество других элементов.

ТАБЛИЦА 2
СПИСОК МАТЕРИАЛОВ, ПОДВЕРГАЕМЫХ ИСПЫТАНИЮ

Классификация AWS	Основной металл ^a (технические условия ASTM и номер UNS)		
	Химический анализ	Испытание на растяжение ^b	Испытание на поперечный изгиб с оправкой ^b
ECu	B152 или B11 C12200	B152 или B11 C12200	B152 или B11 C12200
ECuSi	B96 или B97 C65500	B96 или B97 C65500	B96 или B97 C65500
ECuSn-A	B103 C51100	B103 C51100	B103 C51100
ECuSn-C	B130 C52100	B130 C52100	B130 C52100
ECuNi ^a	B122 C71500	B122 C71500	B122 C71500
ECuAl-A2	B169 C61400	B169 C61400	B169 C61400
ECuAl-B	B148 C95400	B148 C95400	
ECuNiAl	B148 C95800	B148 C95800	B148 C95800 ^c
ECuMnNiAl	B148 C95700	B148 C95700	B148 C95700 ^c

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Испытание является требуемым только если указан основной металл. Вся сварку – для химического анализа, для испытания металла шва на растяжение и для испытания на поперечный изгиб – следует производить в нижней позиции.
- При желании указанный медный сплав можно заменить на сталь A36 или ее эквивалент. В этом случае на разделанную поверхность соединения следует нанести наплавленный слой; этот слой выполняется электродом того же класса, что и испытуемый, и производится в нижней позиции.
- Испытания швов с разделкой кромок для определения эксплуатационной пригодности для класса ECuNi следует проводить как указано на рис. 3.
- Радиус изгиба должен соответствовать секции 11.

(1) Наплавка, рис. 1, для анализа химического состава неразбавленного металла шва;

(2) Шов с разделкой кромок, рис. 2, для определения механических свойств и бездефектности металла шва.

(3) Шов с разделкой кромок, рис. 3, для определения эксплуатационной пригодности электродов класса ECuNi.

7.1 Наплавка. Для наплавки, показанной на рис. 1, в качестве основы следует использовать основной металл подходящего размера и соответствующего типа, указанного в колонке «Химический анализ» таблицы 2 (включая примечание б к этой таблице). Поверхность основного металла, на которую наносится металл шва, должна быть чистой.

Наплавление должно выполняться в нижней позиции, в несколько слоев и проходов. Возникающий шлак следует удалять после каждого прохода. Температура основного металла должна быть не менее 60 °F (15 °C), а температура между проходами не должна превышать 300 °F (150 °C). Размеры готовой наплавки должны соответствовать указанным на рис. 1 для соответствующего размера электрода. Испытание такого узла должно проводиться в соответствии с секцией 8.

7.2 Шов с разделкой кромок для определения механических свойств и бездефектности. Подготовка и сварка испытательного узла должна соответствовать рис. 2 с использованием основного металла соответствующего типа, указанного в колонках «Испытание на растяжение» и «Испытание на изгиб» таблицы 2. Испытания такого узла следует производить, как указано в секциях 9 и 10.

7.3 Шов с разделкой кромок для определения эксплуатационной пригодности. Для электродов класса ECuNi, подготовка и сварка испытательного узла должна соответствовать рис. 2 с использованием

основного металла соответствующего типа, указанного в таблице 2, (включая примечания). Позиция при сварке должна соответствовать указанной в колонке «Эксплуатационная пригодность» таблицы 3 для электрода класса ECuNi соответствующего размера. Испытания такого узла следует производить, как указано в секции 11.

8. Химический анализ

8.1 Подробности проведения испытания указаны в пп. 8.2 и 8.3.

8.2 Образец для проведения химического анализа металла шва можно отбирать из наплавки, либо из участка разрушенного при испытании на растяжение образца. Наплавление должно производиться послойно, в нижней позиции, на основной металл, указанный в таблице 2. В спорных случаях размеры наплавки должны соответствовать рис. 1.

8.3 Образцы для анализа не должны содержать каких-либо инородных веществ. Для получения образца неразбавленного металла образец следует отбирать так, чтобы после отбора высота оставшегося наплавленного металла составляла минимум 5/8 дюйма (16 мм).

8.4 Анализ можно проводить любым подходящим способом. В спорных случаях арбитражным является метод химического анализа, указанный в последнем издании следующих технических условий ASTM:

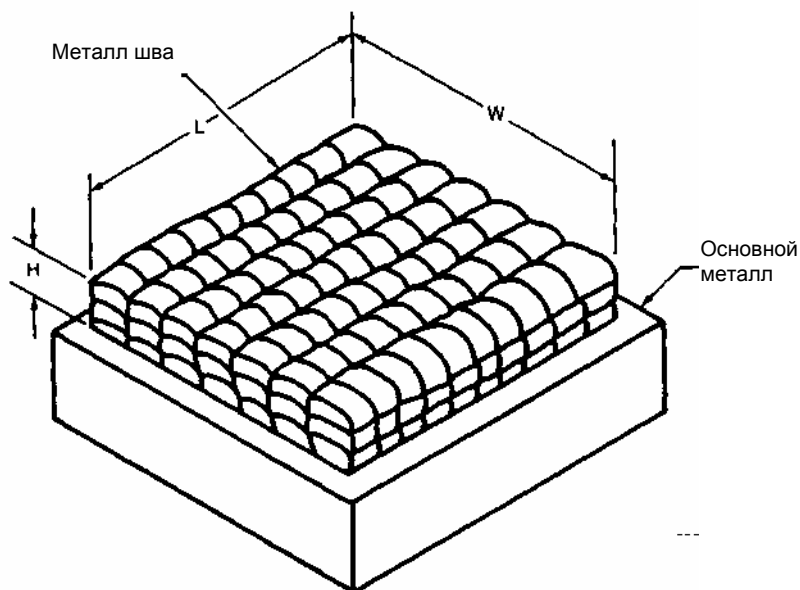
ASTM E62-XX, Фотометрические методы химического анализа меди и сплавов на основе меди.

ASTM E75-XX, Химический анализ медно-никелевых и медно-никелево-цинковых сплавов.

9. Рентгенографический контроль

9.1 Радиографический контроль требуется только для электродов класса ECuNi.

РИС. 1 РАЗМЕРЫ НАПЛАВКИ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА



Размер электрода	Размер наплавки
дюйм	дюйм, минимум
3/32	L = 1-1/2
1/8	Вт = 1-1/2
	H = 5/8*
5/32	L = 2
3/16	Вт = 2
	H = 5/8*

*После удаления образца

9.2. Шов с разделкой кромок для радиографического контроля должен быть выполнен в соответствии с рис. 3. Сварка испытательного узла для электродов диаметром 3/32 дюйма (2,4 мм) и 1/8 дюйма (3,2 мм) должна проводиться в вертикальной позиции. Сварка испытательного узла для электродов диаметром 5/32 дюйма (4,0 мм) и 3/16 дюйма (4,8 мм) в диаметре должна проводиться в горизонтальной позиции. Для электродов диаметром 5/32 дюйма (4,0 мм) и 3/16 дюйма (4,8 мм), вместо узла, показанного на рис. 3, для радиографического контроля можно использовать узлы для испытаний на растяжение и на изгиб (рис. 2).

9.3. Испытательный узел следует подготовить и измерить, как указано в пп. 9.3.1, 9.3.2 и 9.3.3.

9.3.1. Шов должен плавно переходить в поверхность пластины. Любое усиление должно осуществляться в разумных пределах и не должно превышать 3/32 дюйма (2,4 мм).

9.3.2. При подготовке к радиографическому контролю подкладка или любое избыточное усиление должно быть удалено с испытательного узла. Любые неровности поверхности, которые могут скрыть или быть приняты за индикаторные следы, следует удалить с лицевой поверхности и основания шва любыми подходящими механическими средствами.

9.3.3. Радиографические испытания шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 142, Стандартные методы контроля качества радиографических испытаний. Уровень качества контроля должен составлять 2-2Т.

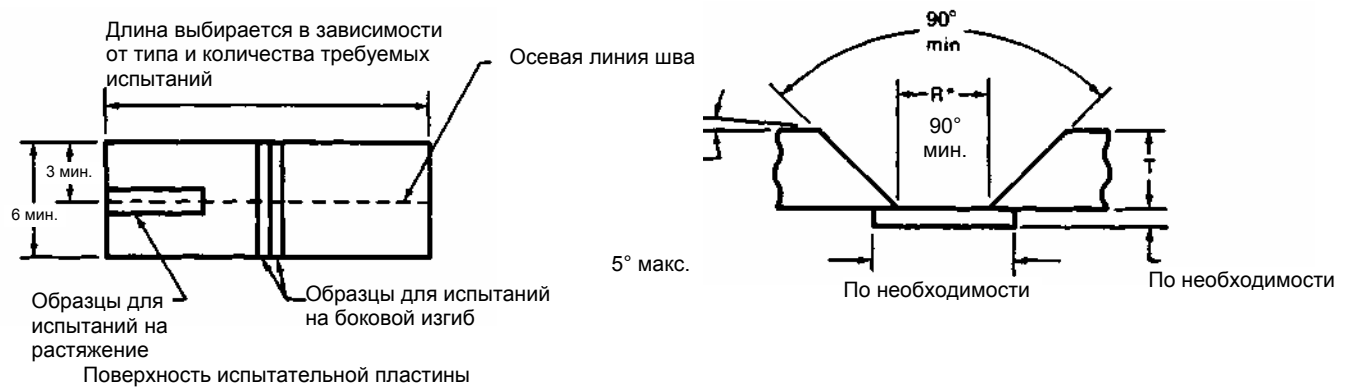
Эквиваленты единиц США	
дюйм	мм
3/32	2,4
1/8	3,2
5/32	4,0
3/16	4,8
1/2	13
5/8	16
1-1/2	40
2	50

9.3.4. Эксплуатационная пригодность электродов приемлема, если радиографический контроль не выявляет трещин, непроваров и скругленных индикаторных следов, кроме тех, что разрешены на рис. 4А, В, С и D для испытательного узла соответствующей толщины. Скругленным индикаторным следом считается индикаторный след (на радиографическом снимке), длина которого превышает его ширину не более чем в три раза. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую эллиптическую или коническую форму и могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если таковой имеется. Шлаковые включения должны быть определены как пористость. При оценке радиографических снимков не учитываются участки длиной 1 дюйм [25 мм] с начала и конца шва, а также скругленные индикаторные следы размером менее 1/64 дюйма (0,4 мм).

10. Испытание на растяжение

10.1. Один образец металла шва для испытания на растяжение отбирают механическим способом из шва с разделкой кромок, показанного на рис. 2 и рассмотренного в п. 7.2. Сварка должна проводиться в горизонтальной позиции, как указано в таблице 2. Испытание на растяжение должно проводиться в обычных условиях сварки в соответствии с разделом «Испытания на растяжение» в последнем издании AWS B4.0, Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств. Размеры испытательного образца должны соответствовать рис. 5.

РИС. 2 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ И ИЗГИБ



Эквиваленты единиц США	
дюйм	мм
1/8	3,2
5/32	4,0
1/4	6,4
1/2	12,7
3/4	19
3	75
6	150

Разделка кромок для испытательной пластины

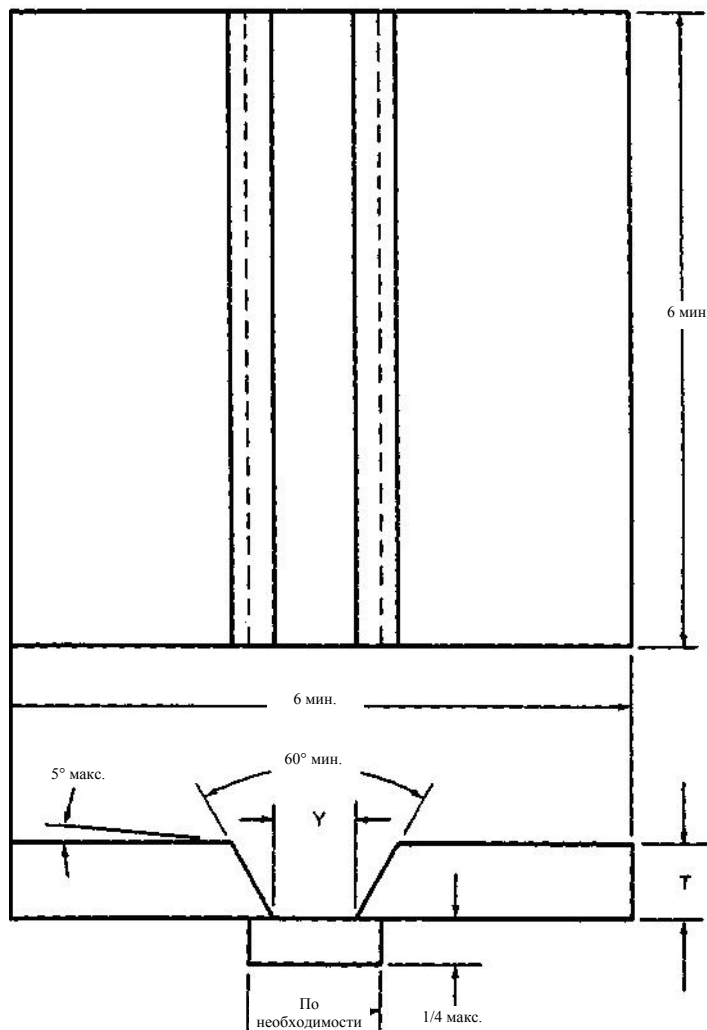
Размер электрода дюйм	Минимальная толщина испытательной пластины Т дюйм	Зазор между кромками R дюйм	Минимальное количество слоев
1/8 и менее	1/2	1/4	10
5/32 и более	3/4	1/2	10

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Испытательная пластина для испытания металла шва на растяжение и образцы для испытания на изгиб должны быть подготовлены с использованием пластины из основного металла, указанного в таблице 2.
- Поверхности, подвергающиеся сварке, должны быть чистыми.
- Сварка должна проводиться в нижней позиции, с использованием величин тока и сварочных технологий, рекомендованных производителем электрода.
- Минимальная температура предварительного нагрева составляет 60 °F (16 °C). Температура металла между проходами не должна превышать 300 °F (150 °C). Для класса ECuSi температура металла между проходами не должна превышать 150 °F (65 °C).
- Металл шва должен иметь максимальную ширину валика, равную шести (6) диаметрам электродной проволоки. Готовый шов должен быть выполнен, по меньшей мере, заподлицо с поверхностью испытательного листа.
- Для класса ECuNi, минимальный угол кромки должен быть 60 градусов. Количество слоев для электродов размером 3/32 дюйма (2,4 мм) и 1/8 дюйма (3,2 мм) должно быть запротоколировано и сообщено. Для электродов размером 5/32 дюйма (4,0 мм) и 3/16 дюйма (4,8 мм) минимальное число слоев – 6, максимальное – 9.
- Испытание должно проводиться в обычных условиях сварки.

*R = допуск $\pm 1/16$ дюйм.

РИС. 3 ШОВ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ (только для ECuNi)



Эквиваленты системы СИ	
дюйм	мм
1/16	1,6
5/64	2,0
3/32	2,4
1/8	3,2
5/32	4,0
3/16	4,8
1/4	6,4
5/16	8,0
3/8	9,5
1/2	12,7
6	150

Все размеры, кроме угловых, указаны в дюймах.

Условия сварки

Размер электрода, дюйм	3/32	1/8	5/32	3/16
T = минимальная толщина, дюйм	1/4	3/8	1/2	1/2
Y = зазор между кромками ($\pm 1/16$ дюйм)	1/4	5/16	3/8	1/2

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Сварка должна проводиться в вертикальной или горизонтальной позициях, как предписано пунктом 9.2.
2. Основной металл должен соответствовать таблице 2.
3. Поверхности, подвергающиеся сварке, должны быть чистыми.
4. Начало каждого наплавленного валика должно лежать в испытываемой зоне. Металл шва должен иметь максимальную ширину валика, равную шести (6) диаметрам электродной проволоки. При испытании электродов диаметром более 1/8 дюйм. (3,2 мм), нижний слой может быть выполнен электродами диаметром 3/32 или 1/8 дюйм (2,4 или 3,2 мм).
5. Готовый шов должен быть, по меньшей мере, заподлицо с поверхностью испытательной пластины.
6. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60 °F (16 °C), а температура металла между проходами не должна превышать 300 °F (150 °C).
7. После окончания сварки следует удалить усиление шва и подкладку и подвергнуть узел радиографическому контролю.

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Классификация AWS	Минимальный предел прочности на растяжение		Относительное удлинение, дюймы 4 x D Длина измерителя, %, минимальное
	кфунт/кв. дюйм	МПа	
ECu	25	170	20
ECuSi	50	350	20
ECuSn-A	35	240	20
ECuSn-C	40	280	20
ECuNi	50	350	20
ECuAl-A2	60	410	20
ECuAl-B	65	450	10
ECuNiAl	72	500	10
ECuMnNiAl	75	520	15

10. Испытание на изгиб

10.1 Испытательный образец должен быть подготовлен в соответствии с рис. 2.

10.2 Если требуется в таблице 2, испытательные образцы (в состоянии непосредственно после сварки) следует подвергнуть изгибу в соответствии с секциями об испытаниях на поперечный изгиб последнего издания стандарта AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*. Образец толщиной 3/8 дюйма (9,5 мм) следует равномерно изогнуть на 180 градусов (мм) в любой подходящей оправке. Радиус изгиба должен составлять 3/4 дюйма, (19 мм) для всех классов, кроме ECuAl-A2, ECuNiAl и ECuMnNiAl; для последних радиус изгиба должен соответствовать на рис. 6. Расположение образца для испытания на изгиб должно быть таким, чтобы сварное соединение соответствовало этому радиусу после изгибания. При изгибе растяжению должна подвергаться сторона, имеющая большее количество неоднородностей, и шов должен проходить посередине изгиба. На рис. 7A и 7B показаны 2 типичных оправки из последнего издания стандарта AWS B4.0; указанные размеры соответствуют изгибанию образца толщиной 3/8 дюйма (9,5 мм) по радиусу 2T.

10.3 После изгибания в соответствии с п. 11.2, металл шва на выпуклой стороне образцов не должен иметь трещин или открытых неоднородностей, размером более 1/8 дюйма (3 мм), измеренных в любом направлении. Небольшими зазубринами или трещинами по краям испытательного образца нужно пренебречь.

10.3.1 Если в качестве основного металла для испытательного узла используется сталь (таблица 2, примечание б), рекомендуется использовать зажимное устройство для испытания на изгиб с оправкой, показанное на рис. 7B.

ЧАСТЬ С – ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

11. Способ изготовления

Сварочные материалы, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом,

обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

12. Стандартные размеры и длины

Стандартные размеры и длины электродов должны быть такими, как показано в таблицах 4 и 5. Во всех случаях под стандартным размером имеется в виду диаметр электродной проволоки.

13. Электродная проволока и покрытие

13.1 Диаметр электродной проволоки не должен изменяться более чем на $\pm 0,003$ дюйма ($\pm 0,08$ мм) от указанного стандартного размера. Длина не должна изменяться более чем на $\pm 3/8$ дюйма (± 10 мм).

13.2 Электродная проволока и покрытие должны быть концентричны, разница между максимальным и минимальным размерами «сердцевина-плюс-одно-покрытие» не должно превышать 7 % от среднего значения этого размера для электродов размером 3/32 дюйма (2,4 мм); 5 % – для электродов размером 1/8 и 5/32 дюйма (3,2 и 4,0 мм); и 4 % – для электродов размером 3/16 дюйма (4,8 мм). Концентричность можно измерять любым подходящим способом.

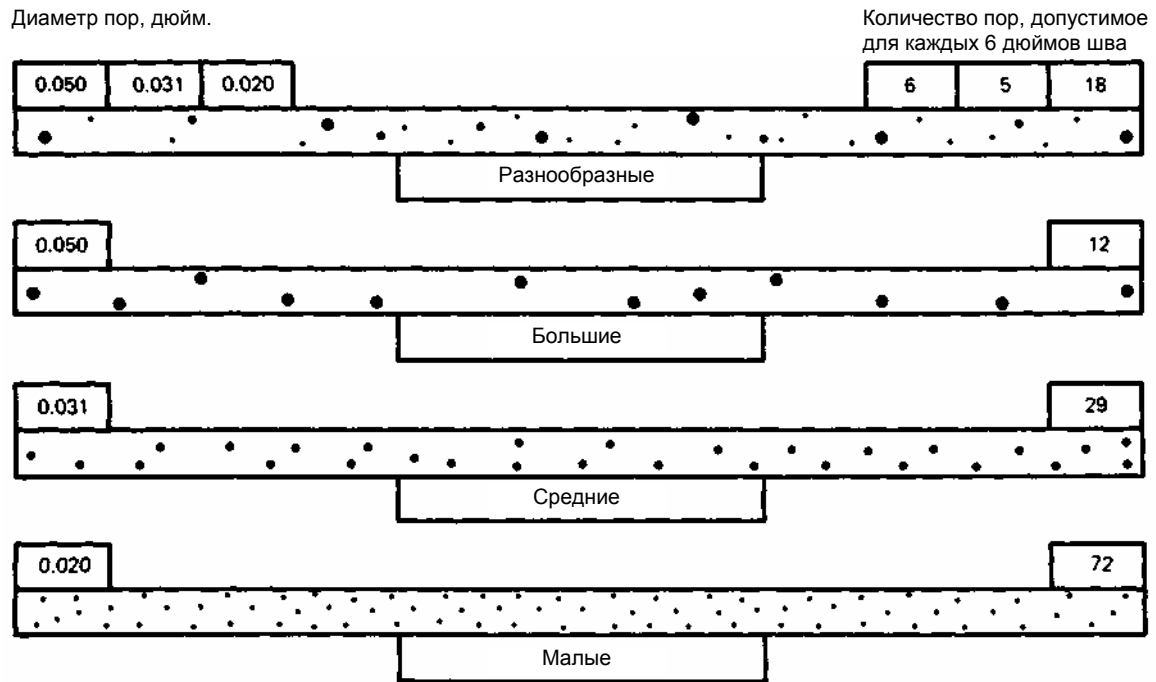
13.3 Электродная проволока и покрытие не должны содержать дефектов, которые могли бы отрицательно повлиять на нормальную работу электрода.

14. Непокрытая часть электродной проволоки

14.1 Непокрытая часть электрода на зажимном конце (для создания контакта с держателем электрода) должна соответствовать таблице 6.

14.2 Дуговой конец каждого электрода должен быть свободным, а покрытие должно уточняться к концу, чтобы обеспечить легкий поджиг дуги. Покрытие должно покрывать электродную проволоку как минимум на половину окружности электрода на расстоянии меньшего из следующих двух значений: 2/3 диаметра электродной проволоки либо 3/32 дюйма (2,4 мм).

РИС. 4А ЭТАЛОН ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ТОЛЩИНОЙ 1/4 дюйма (6,4 мм)

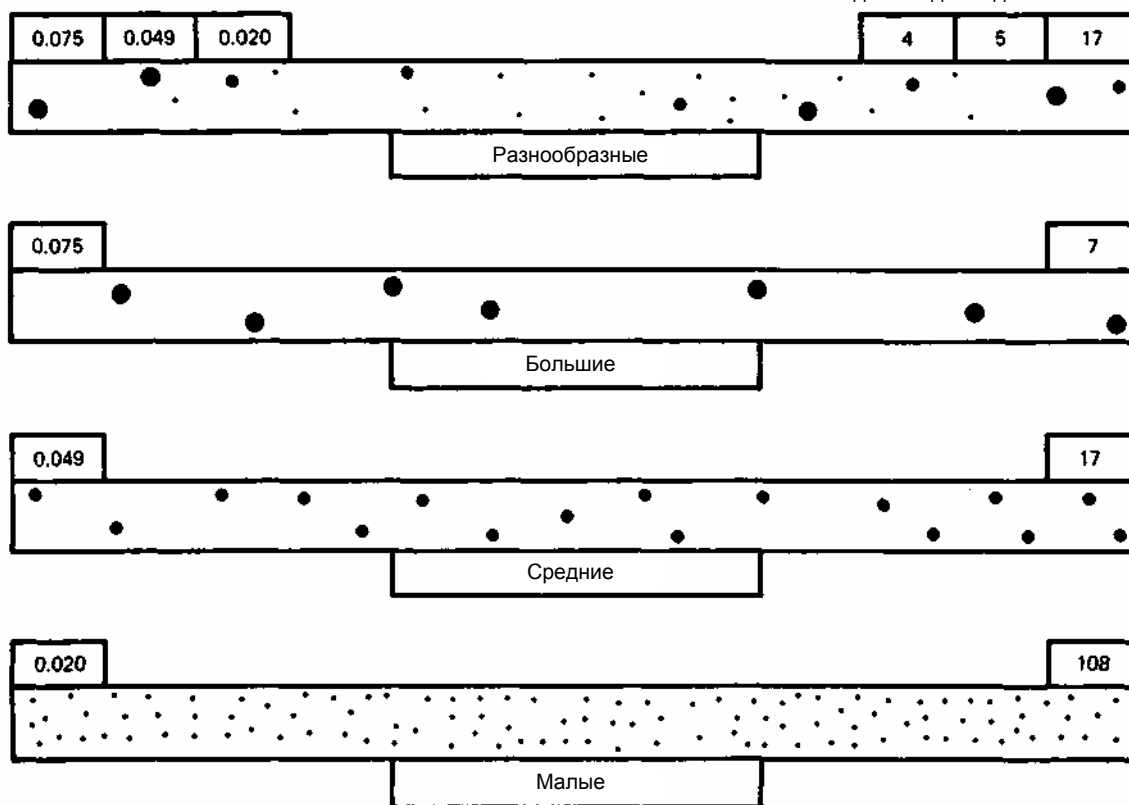


Эквиваленты единиц США	
дюйм	мм
0,020	0,51
0,031	0,79
0,050	1,27
1/4	6,4
6	150

Примечание: Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера пористостей на радиографическом снимке испытательного образца.

РИС. 4В ЭТАЛОН ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ТОЛЩИНОЙ 3/8 дюйма (9,5мм)

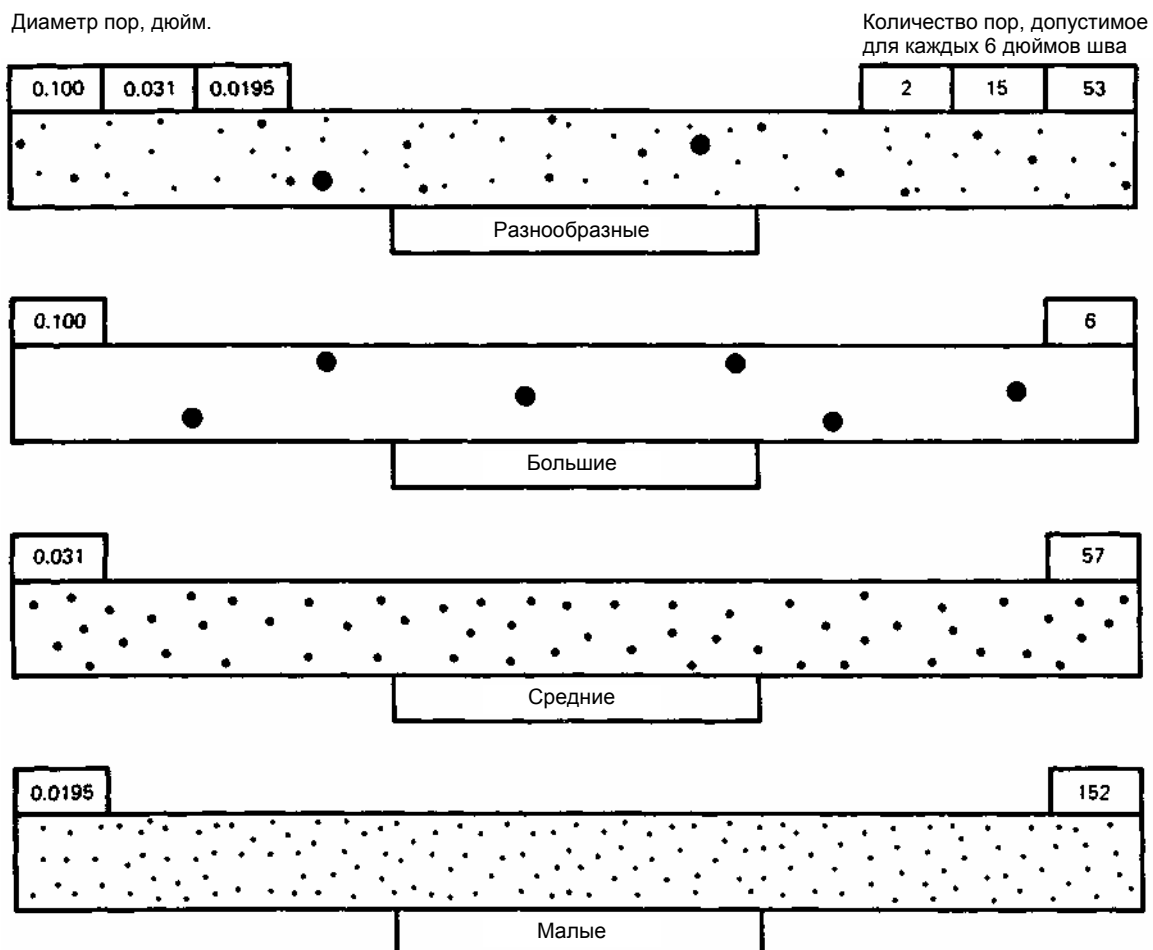
Диаметр пор, дюйм.

Количество пор, допустимое
для каждых 6 дюймов шва

Эквиваленты единиц США	
дюйм	мм
0,020	0,51
0,049	1,25
0,075	1,90
3/8	9,5
6	150

Примечание: Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера пористостей на радиографическом снимке испытательного образца.

РИС. 4С ЭТАЛОН ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ТОЛЩИНОЙ 1/2 дюйма (12,7 мм)

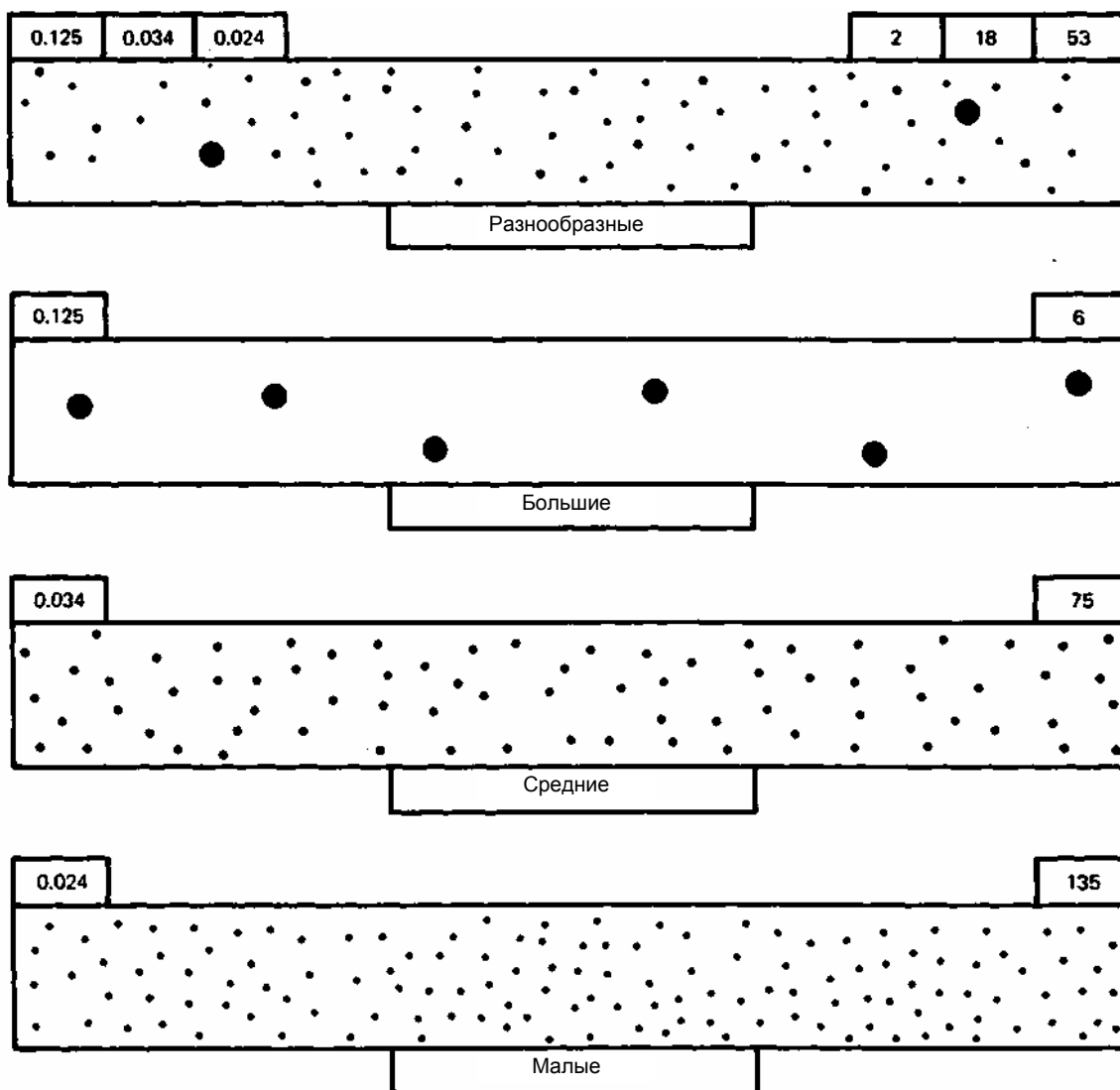


Эквиваленты единиц США	
дюйм	мм
0,0195	0,495
0,031	0,79
0,100	2,54
1/2	12,7
6	150

Примечание: Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера пористостей на радиографическом снимке испытательного образца.

РИС. 4D ЭТАЛОН ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ТОЛЩИНОЙ 3/4 дюйма (19 мм)

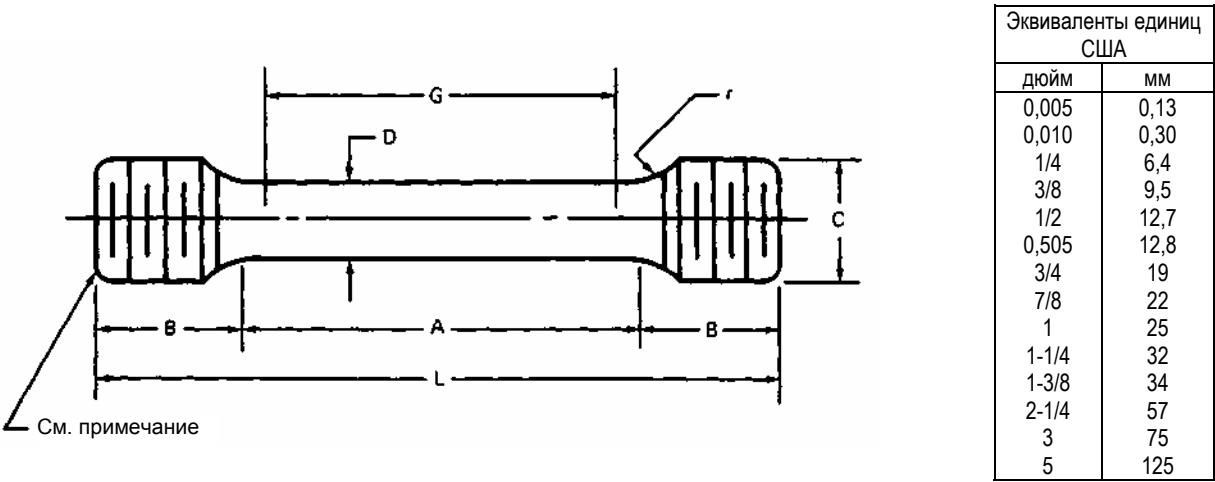
Диаметр пор, дюйм.

Количество пор, допустимое
для каждых 6 дюймов шва

Эквиваленты единиц США	
дюйм	мм
0,024	0,61
0,034	0,86
0,125	3,18
3/4	19

Примечание: Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера пористостей на радиографическом снимке испытательного образца.

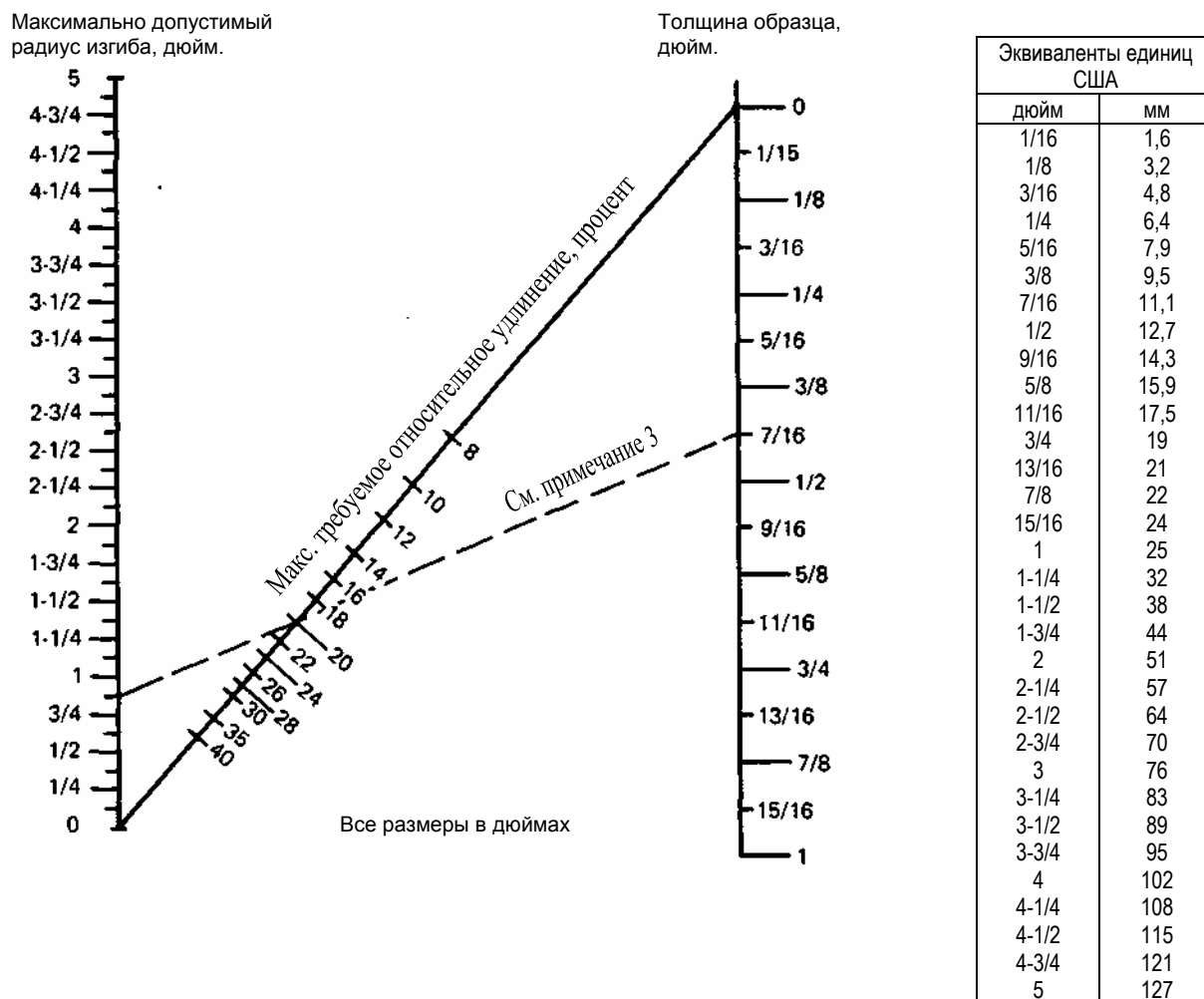
РИС. 5 РАЗМЕРЫ ОБРАЗЦОВ МЕТАЛЛА ШВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ



Стандартные размеры, дюйм		
	(A) Образец диаметром 0,505 дюйма	(B) Образец диаметром 0,252 дюйма
G = длина	2,000 ± 0,005	1,000 ± 0,005
D = диаметр	0,505 ± 0,010	0,252 ± 0,005
r = радиус закругления	3/8 минимум	3/16 минимум
A = длина суженного сечения	2-1/4 минимум	1-1/4 минимум
L = полная длина	5 приблизительно	3 приблизительно
B = длина окончностей	1-3/8 приблизительно	7/8 приблизительно
C = диаметр окончностей	По необходимости	По необходимости

Примечание: Оконечности можно сделать резьбовыми. В этом случае параметры резьбы должны подходить к доступным зажимным приспособлениям.

РИС. 6 НОМОГРАММА ДЛЯ ВЫБОРА МАКСИМАЛЬНОГО РАДИУСА ИЗГИБА ДЛЯ ДАННОЙ ТОЛЩИНЫ ОБРАЗЦА (ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИЙ ECuAl-A2, ECuNiAl и ECuMnNiAl)



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Обычно рекомендуется использовать испытательного образца для испытания на изгиб толщиной приблизительно 3/8 дюйма (9,5 мм). Однако толщина образца может иметь любое значение в пределах приведенного выше диапазона.
2. Требуемая точность измерения:
 - (а) толщина образца: $\pm 1/64$ дюйма (0,4 мм).
 - (б) радиус изгиба: $\pm 1/16$ дюйма (1,6 мм).
3. Пример: Стандарт требует минимального относительного удлинения, равного 20 %. Если необходим образец толщиной 7/16 дюйма (11,1 мм), следует провести линию между этими двумя точками и продлить ее до пересечения со шкалой радиусов; соответствующий радиус изгиба составит 7/8 дюйма (22 мм).
4. При использовании данных номограммы считается удовлетворительным использование приспособлений (матриц) для 20-процентного относительного удлинения для любого металла требующего удлинения более чем на 20 %.
5. Минимальное требуемое относительное удлинение указано в таблице 3.

15.Маркировка электродов

Все электроды должны быть маркированы следующим образом:

15.1 На покрытии электрода должен быть, как минимум, один разборчивый отпечаток, содержащий классификационное обозначение AWS, в пределах $2\frac{1}{2}$ дюйма (65 мм) от зажимного конца электрода.

15.2 Шрифт отпечатка должен быть жирного типа и достаточно крупного размера для того, чтобы быть разборчивым.

15.3 Краска, используемая для маркировки, должна обеспечивать удовлетворительный контраст с электродным покрытием, так, чтобы числа и буквы были читаемыми и до, и после нормально проведенной сварки.

15.4 Префикс E в классификационном обозначении в отпечатке можно опустить.

16.Упаковка

16.1 Сварочные материалы должны быть упакованы, чтобы обеспечить защиту от повреждений по время перевозки и хранения в обычных условиях.

16.2 Стандартные упаковки должны быть такими, как оговорено между поставщиком и покупателем.

17.Маркировка упаковок

17.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию об изделии:

17.3.1Номер технических условий и классификационное обозначение AWS (год выпуска можно опустить)

17.3.2Наименование поставщика и торговая марка.

17.3.3Стандартный размер и вес нетто;

17.3.4Номер партии, контроля или плавки.

17.2 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки сварочных материалов, в том числе единичные, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и уясните нижеследующую информацию.

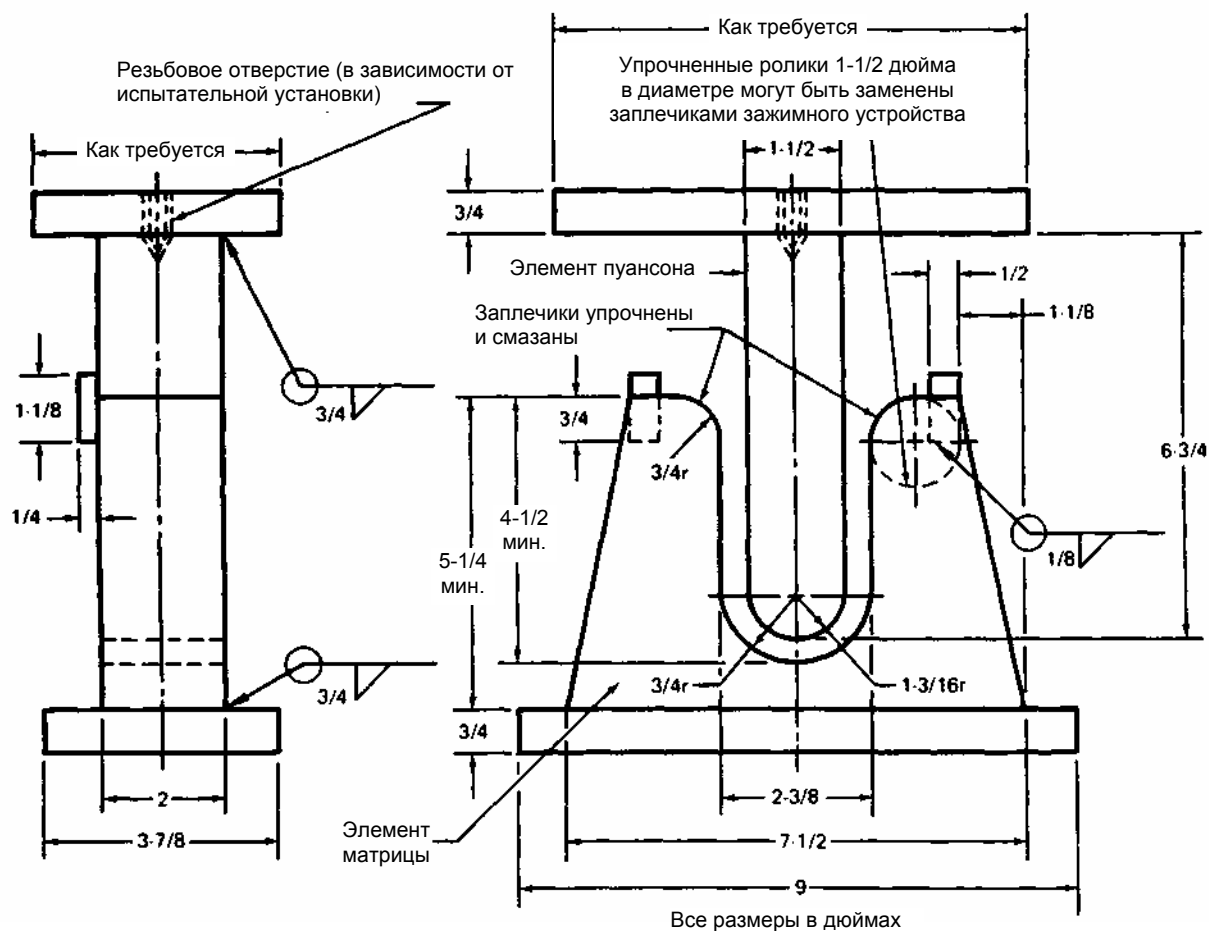
ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ опасно для глаз и вызывает ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Прочтите и уясните методики и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Держите голову вне потока дыма.
- Применяйте достаточную вентиляцию, вытяжку в зоне дуги или их сочетание, чтобы удалить дым и газы из зоны дыхания и из всего помещения.
- Применяйте подходящую защиту для глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь токоведущих частей электрооборудования.
- См. стандарт ANSI Z49.1 *Сварка и резка. Техника безопасности*, опубликованный AWS, 550 N.W. LeJeune Rd., P.O. Box 351040, Miami, Florida 33135; и стандарты по технике безопасности и гигиене труда Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA) *29 CFR 1910*, которые можно получить в Отделе печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия 20210.

РИС. 7А ЗАЖИМНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ИЗГИБ С ОПРАВКОЙ

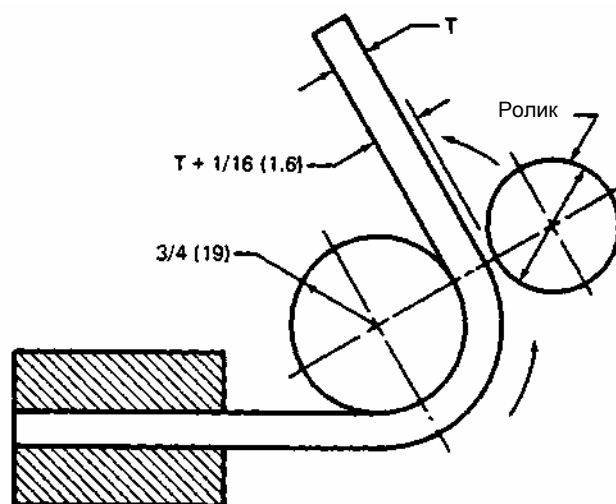


ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Все размеры данного зажимного приспособления для испытания на изгиб с оправкой соответствуют AWS B4.C-76, Стандартные способы механического испытания сварных швов.
2. Образец должен быть повернут к матрице стороной с большим количеством неоднородностей.
3. r = радиус; все размеры указаны в дюймах.

Эквиваленты единиц США	
дюйм	мм
1/8	3,2
1/4	6,4
1/2	12,7
3/4	19
1-1/8	28,6
1-3/16	30
1-1/2	38
2	51
2-3/8	60
3-7/8	98
4-1/2	113
5-1/4	133
6-3/4	171
7-1/2	191
9	229

РИС. 7В АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ЗАЖИМНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ИЗГИБ С ОПРАВКОЙ



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Не указанные на рисунке размеры остаются на усмотрение конструктора. Следует обеспечить соответствующую жесткость, чтобы части зажимного приспособления не пружинили.
2. Образец должен быть крепко зажат на одном из концов, чтобы он не скользил во время изгиба. В случае поперечного изгиба, шов и подвергшаяся термическому влиянию зона должны полностью находиться в изогнутой части образца после испытания.
3. Испытательные образцы должны быть удалены из зажимного приспособления, когда внешний ролик повернется на 180 градусов от начальной точки.
4. Образец должен быть повернут к ролику стороной, имеющей большее количество неоднородностей.

ТАБЛИЦА 4
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация AWS	Стандартные размеры (диаметр электродной проволоки), дюйм (мм)			
	3/32 (2,4)	1/8 (3,2)	5/32 (4,0)	3/16 (4,8)
ECu	x	x	x	x
ECuSi				
ECuSn-A				
ECuSn-C				
ECuNi	x	x	x	x
ECuAl-A2				
ECuAl-B				
ECuNiAl				
ECuMnNiAl	x	x	x	x

ТАБЛИЦА 5
СТАНДАРТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕКТРОДОВ

Диаметр электродной проволоки		Стандартная длина	
дюйм	мм	дюйм	мм
3/32 (0,093)	2,4	{ 9 и 12	230 и 300
1/8 (0,125)	3,2		
5/32 (0,156)	4,0	14	350
3/16 (0,187)	4,8		

ТАБЛИЦА 6
ОГОЛЕННАЯ ПРОВОЛОКА НА ЗАЖИМНОМ КОНЦЕ ЭЛЕКТРОДА

Диаметр электрода		Длина оголенной части (минимальная)		Расстояние от зажимного конца до места с полной толщиной покрытия (максимальное)	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
5/32 и меньше	4,0	1/2	13	1 ¹ / ₄	30
3/16	4,8	3/4	19	1 ¹ / ₂	40

Приложение

Руководство к классификации AWS для покрытых электродов из меди и медных сплавов для дуговой сварки

(Данное приложение не является частью AWS A5.6-84, *Покрытые электроды из меди и медных сплавов для дуговой сварки. Технические условия* и включено только для информации.)

ТАБЛИЦА А1
ТВЕРДОСТЬ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ
ИЗ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ

Классификация AWS	Твердость по Бринеллю	
ECu	20–40	Шкала F Роквелла
ECuSi	80–100	(нагрузка 500 кг)
ECuSn-A	70–85	(нагрузка 500 кг)
ECuSn-C	85–100	(нагрузка 500 кг)
ECuNi	60–80	(нагрузка 500 кг)
ECuAl-A2	130–150	(нагрузка 3000 кг)
ECuAl-B	140–180	(нагрузка 3000 кг)
ECuNiAl	160–200	(нагрузка 3000 кг)
ECuMnNiAl	160–200	(нагрузка 3000 кг)

ПРИМЕЧАНИЕ: Приведенные выше значения твердости являются средними значениями для неразбавленного сварочного металла, наплавленного в соответствии с данными техническими условиями. Эта таблица включена только для сведения, испытания на твердость не являются обязательными для данных технических условий.

А1. Введение

А1.1 Собственно технические условия предназначены для обеспечения производителей и покупателей дуговых сварочных электродов из меди и медных сплавов средствами производственного контроля и основой для взаимно приемлемых, надежных стандартных требований.

А1.2 Настоящее руководство было подготовлено как пособие для возможных пользователей электродов и прутков, охватываемых этими техническими условиями, при определении класса присадочного металла, наиболее подходящего для конкретного применения с учетом требований, связанных с этим применением. Каждая из основных классификационных групп обсуждается в нижеследующих частях этого руководства.

А1.3 Испытания на твердость не включены в данные технические условия. Тем не менее, типовые значения твердости приведены в таблице А1 для сведения

А1.4 Для определения, насколько хорошо электроды подходят для применения в условиях, требующих свойств, не охваченных данными техническими условиями, могут потребоваться

дополнительные испытания. Такие испытания – например, для определения устойчивости к коррозии, механических свойств при низких и высоких температурах, пригодности для сварки разнородных металлов – проводятся по соглашению между покупателем и поставщиком.

А2. Система классификационного обозначения

А2.1 Система классификационного обозначения электрода выглядит следующим образом:

А.2.1.1 Буква Е в начале каждого обозначения обозначает покрытый электрод.

А.2.1.2 Химический символ Cu обозначает присадочные металлы на основе меди. Дополнительные химические символы, такие как Si в ECuSi, Sn в ECuSn и т.д., обозначают основной легирующий элемент сплава каждого класса или группы похожих классов. Там, где в главную группу включен более чем один класс, отдельные классы в группе обозначены буквами А, В, С и т.д., как в ECuSn-A. Дальнейшее разделение производится посредством использования 1, 2 и т.д., после последней буквы, как 2 в ECuAl-A2.

А3. Вентиляция при сварке

А3.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

А.3.1.1 размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);

А.3.1.2 число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;

А.3.1.3 интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;

А.3.1.4 близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;

А.3.1.5 система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A3.2 Американский национальный стандарт Z49.1, *Сварка и резка. Техника безопасности*, опубликованный AWS, подробно рассматривает вопросы вентиляции в процессе сварки и должен использоваться как справочный материал для получения конкретных сведений. Особое внимание следует уделить разделу «Вентиляция».

A4. Описание и предполагаемое применение присадочного металла

A4.1 Покрытые электроды из меди и медных сплавов обычно используются в режиме ПТЭП и покрытия часто являются гигроскопичными.

A4.1.1 Необходимо консультироваться с поставщиком о следующем:

- (а) определенные рабочие параметры и позиции;
- (б) рекомендуемые условия хранения и температура рекондиционирования.

A4.1.2 Зона сварки должна быть сухой и чистой.

A4.2 Класс ECu (медь). Электроды ECu обычно изготовлены из раскисленной медной проволоки (в основном из чистой меди с небольшими добавками раскислителей) и могут применяться для дуговой сварки металлическим покрытым электродом раскисленной меди, бескислородной меди и технически чистой (электролитической) меди. Электроды также применяют для ремонта или наплавления этих основных металлов, равно как и для наплавления на сталь и чугун. Наилучшие механически и металлургически бездефектные соединения могут быть получены на раскисленной меди. Реакции с водородом в бескислородной меди и сегрегация медных оксидов в технически чистой меди могут уменьшить прочность соединения. Тем не менее, электроды ECu могут быть использованы для сварки этих основных металлов, когда не требуется достижение высочайшего качества. Электроды ECu могут также применяться для восстановления медной плакировки на сосудах, но при этом следует принять необходимые меры по сведению к минимуму взаимного растворения металлов. Может потребоваться предварительный прогрев до 1000 °F (540 °C).

A4.3 Класс ECuSi (кремнистая бронза). ECuSi электроды содержат приблизительно 3 % кремния плюс небольшие количества марганца и олова. Они применяются в основном для сварки сплавов меди с кремнием. Электроды ECuSi иногда могут использоваться для присоединения меди, разнородных металлов и некоторых металлов на основе железа. Кремнистая бронза в качестве металла шва редко, но используется для наплавления на несущие поверхности, но часто используется для поверхностного наплавления в областях, подверженных коррозии.

A4.4 Класс ECuSn (фосфористая бронза). Электроды ECuSn применяются для соединения фосфористой бронзы сходного состава. Они также полезны для соединения латуни и, в некоторых случаях, для приваривания ее к чугуну и углеродистой стали.

Металлы шва ECuSn имеют низкую текучесть и требуют предварительного прогрева и температуры между проходами, как минимум, 400 °F (205 °C) в трудных случаях. Послесварочная термическая обработка может не потребоваться, но она желательна для получения максимальной

пластичности, особенно, если металл шва подвергся холодной обработке.

A.4.4.1 Электроды ECuSn-A применяются, в основном, для соединения основных металлов аналогичного состава. Они могут также использоваться для сварки меди, если конечный металл шва имеет адекватную электропроводность и коррозионную устойчивость для специального применения.

A.4.4.2 Электроды ECuSn-C имеют большее содержание олова, что придает им большие твердость, предел прочности на растяжение и предел текучести, чем металлам ECuSn-A.

A4.5 Класс ECuNi (медно-никелевый сплав). Электроды класса ECuNi используются для дуговой сварки металлическим покрытым электродом кованных или литых 70/30, 80/20, и 90/10 медно-никелевых сплавов. Они также используются для сварки плакированной медно-никелевым сплавом поверхности на стали. Предварительный прогрев обычно не требуется.

A4.6 Класс ECuAl (алюминиевая бронза)

A4.6.1 Медно-алюминиевые электроды применяются только при сварке в нижней позиции. Для стыкового соединения рекомендуется односторонняя V-образная обработка кромок с углом 90 градусов для пластин толщиной до 7/16 дюйма (11 мм) включительно, для пластин большей толщины рекомендуется модифицированная U- или двухсторонняя V-образная обработка кромок. Предварительный прогрев и температура между проходами должны быть следующими:

A4.6.1.1 Для материалов на основе железа – от 200 до 300 °F (от 95 до 150 °C).

A4.6.1.2 Для различных бронз – от 300 до 400 °F (от 150 до 210 °C).

A4.6.1.3 Для латуней – от 500 до 600 °F (от 260 до 315 °C).

A4.6.2 Электроды ECuAl-A2 применяются для соединения алюминиевой бронзы аналогичного состава, высокопрочных медно-цинковых сплавов, кремнистой бронзы, марганцевой бронзы, некоторых никелевых сплавов, многих черных металлов и сплавов и комбинаций разнородных металлов. Они также используются для наплавления износоустойчивых и коррозионностойких несущих поверхностей.

A4.6.3 Электроды ECuAl-B дают металл шва, имеющий более высокий предел прочности на растяжение, предел текучести и твердость с соответственно низкой пластичностью, чем ECuAl-A2 металл шва. Электроды ECuAl-B применяются для ремонта алюминиевой бронзы и других отливок из медных сплавов. Они также используются для наплавления покрытий более высокой прочности на износоустойчивые и коррозионностойкие несущие поверхности.

A4.6.4 Электроды ECuNiAl применяются для соединения или ремонта изделий из литой или ковanej никелево-алюминиевой бронзы. Они также могут быть использованы для применений, требующих высокой устойчивости к коррозии, эрозии или кавитации, в соленой или солоноватой воде.

A4.6.5 Электроды ECuMnNiAl также применяются для соединения изделий из литой или ковanej марганцево-никелево-алюминиевой бронзы. Эти металлы шва проявляют превосходную устойчивость к коррозии, эрозии и кавитации.

СВАРОЧНЫЕ ГОЛЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И ПРИСАДОЧНЫЕ ПРУТКИ ИЗ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.7/SFA-5.7M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.7/A5.7M:2007. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS).

1 Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации сварочных голых электродов и присадочных прутков из меди и медных сплавов для плазменно-дуговой сварки, дуговой сварки металлургическим электродом и дуговой сварки вольфрамовым электродом. Они включают составы, в которых содержание меди превышает количество любого другого элемента.¹

1.2 Вопросы по технике безопасности и охраны труда выходят за рамки настоящего стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Некоторая информация по технике безопасности и охране труда содержится в секциях A5 и A10 информативного приложения. Информация по технике безопасности и охране труда может быть получена из других источников, которые включают (помимо прочего) ANSI Z49.1 *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах* и действующие федеральные и государственные стандарты.

1.3 В настоящих технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Измерения, выполненные в двух системах, не являются эквивалентными, поэтому обе системы должны использоваться независимо друг от друга, при этом какое-либо их сочетание для описания свойств материалов является недопустимым. В технических условиях с обозначением A5.7 используется система единиц, принятая в США. В технических условиях с обозначением A5.7M используется система единиц СИ. Единицы СИ указываются в квадратных скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и на рисунках. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера присадочных металлов или упаковки как по техническим условиям A5.7, так и по A5.7M.

2 Ссылки на нормативные документы

Перечисленные ниже стандарты содержат положения, которые посредством ссылок в настоящем тексте составляют положения настоящего стандарта AWS. На датированные ссылки дальнейшие поправки или изменения положений данных изданий не распространяются.

¹ Попытки создать классификацию всех марок присадочных металлов из меди и медных сплавов не предпринимались; включены только наиболее применяемые.

Тем не менее, участникам соглашения на основе данного стандарта AWS рекомендуется исследовать возможности применения последних изданий нижеперечисленных документов. В случае ссылок на недатированные источники, действительно последнее издание указанного стандарта.

2.2 Следующие стандарты AWS² используются в нормативных статьях данного документа:

(1) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

2.3 Следующие стандарты ANSI³ используются в нормативных статьях данного документа:

(1) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*.

2.4 В нормативных статьях данного документа содержатся ссылки на следующие стандарты ASTM⁴:

(1) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*.

(2) ASTM E 75, *Методы химического анализа медно-никелевых и медно-никелево-цинковых сплавов*.

(3) ASTM E 478, *Стандартная методика химического анализа медных сплавов*.

2.5 Следующие стандарты ISO⁵ используются в нормативных статьях данного документа:

(1) ISO 544: *Присадочные материалы. Технические требования к доставке присадочных материалов для сварки. Типы продукции, размеры, допуски и маркировка*.

² Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Данный стандарт ANSI опубликован Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

⁴ Международные стандарты ASTM опубликованы Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

⁵ Стандарты ISO опубликованы Международной организацией стандартизации, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

3 Классификация

3.1 Сварочные материалы, описанные в Технических условиях AWS A5.7/A5.7M, классифицированы с использованием системы, независимой от американской общепринятой системы единиц и от Международной системы единиц СИ. Классификация основана на химическом составе присадочного металла или прутковой заготовки, из которой он взят, в соответствии с таблицей 1.

3.2 Материалы, отнесенные к одному классу, не должны быть классифицированы как подпадающие под какой-либо другой класс в рамках данных технических условий.

3.3 Классифицированные по настоящим техническим условиям материалы предназначены для процессов плазменной сварки, дуговой сварки плавящимся электродом в газовой среде и газодуговой сварки вольфрамовым электродом, однако не запрещается использовать их в каком-либо другом процессе, считающемся пригодным для этого.

4 Приемка

Приемка материала⁶ должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5 Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁷

6 Правила округления

Чтобы определить соответствие настоящим техническим условиям, измеренное при испытаниях или расчетное значение следует округлить до «ближайшей единицы» в последнем правом разряде чисел, использованных для выражения предельного значения в соответствии с методом округления, приведенном в стандарте ASTM E29.

7 Обзор испытаний

Химический анализ присадочного металла или заготовки, из которой он был изготовлен, является единственным необходимым испытанием для классификации изделий по настоящим Техническим условиям.

8 Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих испытаний должны удовлетворять установленным требованиям. Образцы для повторного испытания могут быть взяты из исходной испытательной пробы или из новой испытательной пробы. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

⁶ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в пункте A3, «Приемка» (Приложение A), и в стандарте AWS A5.01.

⁷ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в пункте A4 (Приложение A).

Если результаты одного или обоих повторных испытаний не отвечают требованиям, то такие материалы считаются не соответствующими требованиям данных технических условий для данной классификации.

Если во время подготовки или после завершения какого-либо испытания точно установлено, что не были соблюдены указанные или надлежащие процедуры по подготовке образцов для испытания или по проведению испытания, то испытание следует считать недействительным, не принимая во внимание, завершено испытание фактически полностью или нет и отвечают результаты испытания требованиям или нет. Такое испытание следует повторить, следуя рекомендованным методикам. В этом случае требование об удвоении числа опытных образцов не применяется.

9 Химический анализ

9.1 Образец присадочного металла или соответствующей заготовки следует подготовить для химического анализа.

9.2 Образец следует анализировать при помощи принятых аналитических методов. В качестве арбитражного метода принят метод, описанный в стандарте ASTM E 478 и ASTM E 75 для медно-никелевых сплавов, в зависимости от того, какой метод является более подходящим.

9.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям, приведенным в таблице 1 для соответствующего класса присадочного металла.

10 Метод изготовления

Материалы шва, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение материалов, отвечающих требованиям данных технических условий.

11 Стандартные размеры и формы

Стандартные размеры присадочного металла в различных формах упаковки (прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки) указаны в таблице 2.

12 Отделка и однородность

12.1 Все присадочные металлы должны иметь гладкую поверхность, свободную от расщепов, выбоин, царапин, окалины, складок, наплывов и посторонних включений, которые могут оказывать отрицательное влияние на характеристики сварки, работу сварочного оборудования или свойства металла сварного шва.

12.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из материала одной плавки или партии, а сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

13 Стандартные формы упаковки

13.1 Стандартными являются следующие формы упаковки: прямые отрезки, бухты с бобиной, бухты без бобины и катушки.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ В ПРОЦЕНТНОМ ВЫРАЖЕНИИ

Классификация AWS	Номер по UNS ^c	Общепринятое название	Состав, в % по массе ^{a,b}											Общее количество других элементов
			Cu с содержанием Ag ^e	Zn	Sn	Mn	Fe	Si	Ni с содержанием Co ^f	P	Al	Pb	Ti	
ERCu	C18980	Медь	не менее 98,0	—	1,0	0,50	—	0,50	—	0,15	0,01	0,02	—	0,50
ERCuSi-A	C65600	Кремнистая бронза (медно-кремнистый)	Остаток	1,0	1,0	1,5	0,50	2,8–4,0	—	—	0,01	0,02	—	0,50
ERCuSn-A	C51800	Фосфористая бронза (медно-оловянный)	Остаток	—	4,0–6,0	—	—	—	—	0,10–0,35	0,01	0,02	—	0,50
ERCuSn-C	C52100	Фосфористая бронза (медно-оловянный)	Остаток	0,20	7,0–9,0	—	0,10	—	—	0,10–0,35	0,01	0,02	—	0,50
ERCuNi ^d	C71581	Медно-никелевый	Остаток	—	—	1,0	0,40–0,75	0,25	29,0–32,0	0,02		0,02	0,20 до 0,50	0,50
ERCuAl-A1	C61000	Алюминиевая бронза	Остаток	0,20	—	0,50	—	0,10	—	—	6,0–8,5	0,02	—	0,50
ERCuAl-A2	C61800	Алюминиевая бронза	Остаток	0,02	—	—	1,5	0,10	—	—	8,5–11,0	0,02	—	0,50
ERCuAl-A3	C62400	Алюминиевая бронза	Остаток	0,10			2,0–4,5	0,10			10,0–11,5	0,02		0,50
ERCuNiAl	C63280	Никель-алюминиевая бронза	Остаток	0,10	—	0,60–3,50	3,0–5,0	0,10	4,0–5,5	—	8,50–9,50	0,02	—	0,50
ERCuMnNiAl	C63380	Марганцево-никелево-алюминиевая бронза	Остаток	0,15	—	11,0–14,0	2,0–4,0	0,10	1,5–3,0	—	7,0–8,5	0,02	—	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Анализ следует проводить для элементов, определенные значения которых указаны в этой таблице. Если же в ходе текущего анализа выявится наличие других элементов, необходимо провести дальнейший анализ, чтобы убедиться, что общее содержание этих элементов не превышает пределов, указанных в последней колонке «Общее количество других элементов» таблицы.
- Единичные значения являются максимальными, если не указано другое.
- ASTM D5-56/SAE HS-1086, *Металлы и сплавы в Единой системе нумерации*.
- Для класса ERCuNi содержание серы не должно превышать 0,01 %.
- Содержание Ag возможно, но не обязательно.
- Содержание Co возможно, но не обязательно.

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ

Стандартная форма упаковки	Диаметр			Допуск ^b	
	дюймы	дюймы	мм	дюймы	мм
Прямые отрезки ^c	1/16	(0,062)	1,6	±0,002	±0,1
	5/64	(0,078)	2,0	±0,002	±0,1
	3/32	(0,094)	2,4	±0,002	±0,1
	...	(0,097)	2,5	±0,002	±0,1
	1/8	(0,125)	3,2	±0,002	±0,1
	5/32	(0,156)	4,0	±0,002	±0,1
	3/16	(0,187)	4,8 ^d	±0,002	±0,1
	...	(0,197)	5,0	±0,002	±0,1
Бухты с бобиной и бухты без бобины	1/4	(0,250)	6,4 ^d	±0,002	±0,1
	1/8	(0,125)	3,2	±0,002	+0,01 -0,07
	5/32	(0,156)	4,0	±0,002	+0,01 -0,07
	3/16	(0,187)	4,8 ^d	±0,002	+0,01 -0,07
	...	(0,197)	5,0	±0,002	+0,01 -0,07
	...	(0,237)	6,0	±0,002	+0,01 -0,07
	1/4	(0,250)	6,4 ^d	±0,002	+0,01 -0,07
Катушки	0.020		0,5	±0,002	+0,01 -0,04
	0.030		0,8	±0,002	+0,01 -0,04
	0.035		0,9	±0,002	+0,01 -0,04
	...		1,0	±0,002	+0,01 -0,04
	0.045		—	±0,002	+0,01 -0,04
	...	(0,047)	1,2	±0,002	+0,01 -0,04
	1/16	(0,062)	1,6	±0,002	+0,01 -0,04
	5/64	(0,078)	2,0	±0,002	+0,01 -0,04
	3/32	(0,094)	2,4	±0,002	+0,01 -0,04
	...	(0,097)	2,5	±0,002	+0,01 -0,04

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Другие размеры, допуски и виды упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- b. Отклонение от круглой формы (разница между наибольшим и наименьшим диаметрами) не должно превышать половину допуска.
- c. Длина должна составлять 36 дюймов +0, -½ дюйма [900 мм ± 2 %].
- d. В стандарт ISO 544 не включено.

ТАБЛИЦА 3
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС УПАКОВКИ^a

Форма упаковки	Вес нетто ^b		Ширина, не более		Диаметр			
					Внутренний		Внешний	
	фунты	кг	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
Бухты без бобин	По договоренности между покупателем и поставщиком							
Бухты с бобинами	25	12	2 1/2	65	12 ± 1/8	305 + 10, -0	17 1/2	445
	50	25	4 5/8	120	12 ± 1/8	305 + 10, -0	17	430
	60	30	4 5/8	120	12 ± 1/8	305 + 10, -0	17	430
Катушки ^c	2 ^d	1 ^d	...	...	...	...	4	100
	10 ^d	5 ^d	...	...	...	...	8	200
	25 ^e	12 ^e	...	...	...	...	12	300
Прямые отрезки	5	2,5	...	...	...	...	...	...
	10	5	...	...	...	...	...	...
	25	12	...	...	...	...	...	...
	50	25	...	...	...	...	...	...

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Другие значения веса, размеров и виды упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- Допускается отклонение значения веса-нетто от номинального значения на ±10 %, кроме значений с примечаниями d и e.
- Размеры стандартных катушек указаны на Рис. 1.
- ±20 %.
- ±20 %, за исключением того, что 20 % любой партии может содержать катушки, масса которых колеблется от 12 1/2 до 20 фунтов [от 5 до 10 кг].

Размер и вес для каждой стандартной упаковки даны в Таблице 3. Размеры стандартных катушек приведены на рисунке 1. Другие форма, размер и вес упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

13.2 Конструкция вкладышей в бунтах с бобиной должна обеспечивать защиту бунтов от деформации при штатном обращении и использовании. Бобины должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл.

13.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию катушки и присадочного металла при нормальном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте. Катушки должны обеспечивать электрическую изоляцию присадочного металла от шпинделя.

14 Требования к намотке

14.1 Намотка электрода на катушках и в бухтах должна быть плотной, без петель, волн, резких изгибов, перехлестов и заклиниваний, а разматывание присадочного металла должно происходить свободно, без ограничений. Внешний конец присадочного металла (конец, с которого начинается сварка) должен быть обозначен так, чтобы его можно было легко обнаружить, и должен быть закреплен для предотвращения разматывания. Верхний слой намотанного на катушку электрода или прутка не должен быть ближе, чем на 1/8 дюйма [3 мм] к ободу (наружному диаметру) фланцев катушки.

14.2 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла в бухтах и на катушках должны быть такими, чтобы присадочный металл бесперебойно подавался в автоматическое или полуавтоматическое оборудование.

14.3 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла на 4-дюймовых [100 мм] катушках должны быть такими, чтобы при отрезании от катушки и свободной укладке на ровную поверхность образец с длиной, достаточной для образования одиночной петли, выполнял следующее:

- образовывал окружность диаметром не менее 4 дюймов [100 мм] и не более 15 дюймов [380 мм];
- выступал над плоской поверхностью не более чем на 1/2 дюйма [13 мм] в любом положении.

14.4 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла на 8-дюймовых [200 мм] катушках должны быть такими, чтобы при отрезании от катушки и свободной укладке на ровную поверхность образец с длиной, достаточной для образования одиночной петли, выполнял следующее:

- образовывал окружность диаметром не менее 10 дюймов [250 мм] и не более 30 дюймов [760 мм];
- выступал над плоской поверхностью не более чем на 3/4 дюйма [19 мм] в любом положении.

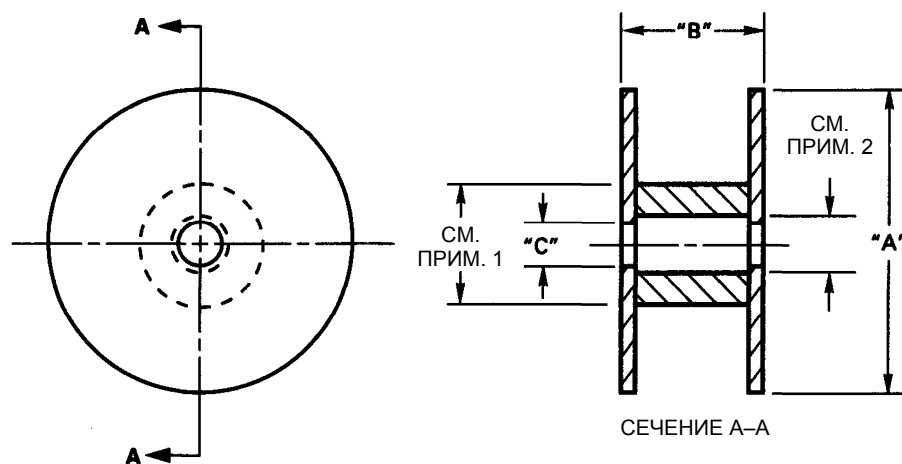
14.5 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла на 12-дюймовых [300 мм] катушках должны быть такими, чтобы при отрезании от катушки и свободной укладке на ровную поверхность образец с длиной, достаточной для образования одиночной петли, выполнял следующее:

- образовывал окружность диаметром не менее 15 дюймов [380 мм] и не более 50 дюймов [1250 мм];
- выступал над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любой положении.

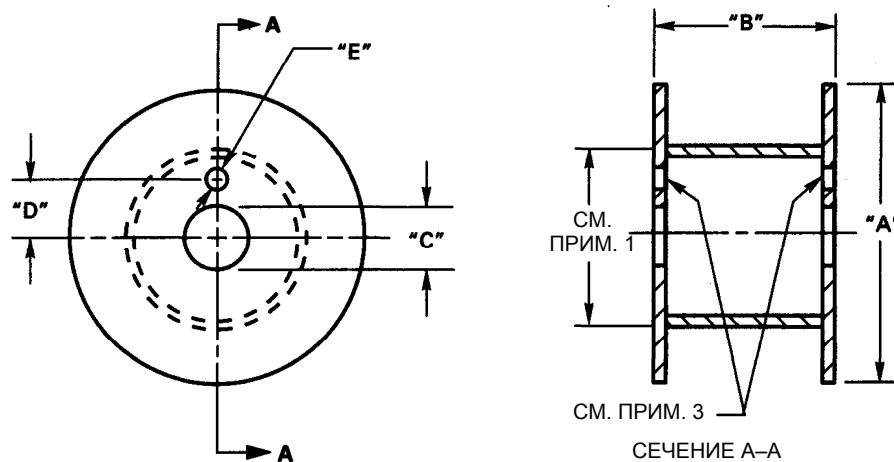
15 Идентификация присадочного металла

15.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая, согласно указаниям п.п. 17.1 и 17.2 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту и катушку.

РИС. 1 РАЗМЕРЫ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 4, 8 И 12 ДЮЙМОВ [100 мм, 200 мм и 300 мм]



РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНОЙ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 4 ДЮЙМА [100 мм]



РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 8 И 12 ДЮЙМОВ [200 и 300 мм]

		РАЗМЕРЫ					
		Катушки диаметром 4 дюйма [100 мм]		Катушки диаметром 8 дюймов [200 мм]		Катушки диаметром 12 дюймов [300 мм]	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, не более (Примечание 4)	4,0	102	8,0	203	12	305
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103
	Допуск	$\pm 0,03$	$+0, -2$	$\pm 0,03$	$+0, -3$	$\pm 0,06$	$+0, -3$
C	Диаметр	0,63	$16 +1,$	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	$+0,01; -0$	-0	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$
D	Межосевое расстояние	—	—	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	—	—	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
E	Диаметр (Примечание 3)	—	—	0,44	10	0,44	10
	Допуск	—	—	$+0, -0,06$	$+1, -0$	$+0, -0,06$	$+1, -0$

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Наружный диаметр цилиндрической части должен обеспечивать правильную подачу присадочного металла.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть достаточным, чтобы увеличение или смещение цилиндрической части и фланцев не привело к тому, что внутренний диаметр цилиндрической части оказался бы меньше, чем внутренний диаметр фланцев.
3. В каждом из фланцев имеются отверстия, которые необязательно должны быть совмещены. Катушки размером 4 дюйма [100 мм] не имеют отверстий.
4. Метрические измерения и допуски соответствуют стандарту ISO 544, за исключением того, что «А» определяет $\pm$ допуски на номинальном диаметре, а не только плюсовые допуски, которые показаны здесь как максимальные.

15.2 Бухты без бобин должны быть снабжены ярлыком, содержащим вышеупомянутую информацию и надежно закрепленным на внутреннем конце бухты.

15.3 Информационный ярлык должен быть надежно закреплен на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

15.4 У катушек эта информация должна быть четко обозначена на выступающей части на наружной стороне по крайней мере одного фланца катушки.

15.5 Каждый оголенный прямой отрезок присадочного прутка должен иметь стойкую маркировку, которая позволяет однозначно определить тип продукции изготовителя или поставщика. К подходящим методам маркировки относятся штамповка, чеканка, тиснение, печать, прикрепление ярлыков или цветовая маркировка. (Если используется цветовая маркировка, цвета должны быть согласованы между поставщиком и покупателем и цвет должен быть указан на упаковке). При использовании маркировки AWS буквы "ER" можно опустить; например "CuAl-A2" для классификации ERCuAl-A2. Дополнительные обозначения должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

16 Упаковка

Присадочные металлы должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

17 Маркировка упаковки

17.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- (1) Технические условия AWS и обозначение классификации (год выпуска может быть опущен);
- (2) название и торговый знак поставщика;
- (3) размер и масса нетто.
- (4) номер партии, контроля или плавки.

17.2 Информация о мерах предосторожности⁸, приведенная в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 (как минимум), или ее аналог, должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁸ Типовые примеры «предупредительных ярлыков» изображены на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А (Информативное)

Руководство к техническим условиям AWS для голых сварочных прутков и электродов из меди и медных сплавов

(Данное приложение не является частью документа AWS A5.7/A5.7M:2007, *Голые сварочные электроды и прутки из меди и медных сплавов. Технические условия*, а включено в него только для информации)

A1 Введение

Данное руководство имеет целью соотнести классификацию присадочного металла с его применением по назначению, чтобы обеспечить эффективное использование данных технических условий. Ссылки на соответствующие технические условия для основных металлов даются везде, где это возможно и может оказаться полезным. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2 Система классификации

A2.1 Система классификационного обозначения присадочного металла в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Буквы ER в начале каждого классификационного обозначения означают, что присадочный металл может использоваться в качестве электрода или присадочного прутка. Химический символ Cu обозначает электроды на основе медных сплавов. Дополнительные химические символы, такие как Si для кремния в ERCuSi, Sn для олова в ERCuSn и т. д., обозначают основной легирующий элемент в каждом классе или группе классов. Там, где в главную группу включен более чем один класс, отдельные классы в группе обозначены буквами (A, B, C и т. д.), как в ERCuSn-A и ERCuSn-C. Дальнейшее разделение производится посредством использования цифр (1, 2 и т. д.) после буквы, как в ERCuAl-A1, ERCuAl-A2 и ERCuAl-A3.

A2.2 Международная система обозначения присадочных материалов, разработанная Международным институтом сварки (IIW), принимается во многих технических условиях ISO. В таблице A1 приведены обозначения голых присадочных металлов на основе медных сплавов ISO 24373, соответствующих металлам, упомянутым в настоящих Технических условиях.

A3 Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим Техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими Техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. В случае отсутствия такого требования в заказе поставщик вправе отгружать материал по результатам испытаний, обычно проводимых для данного класса материала, как указано в плане F, Таблица 1, стандарт AWS A5.01. Испытания в соответствии с каким-либо другим планом данной таблицы должны быть специально оговорены в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4. Сертификация

Сам факт размещения обозначений классификации и технических условий AWS на упаковке, содержащей изделие, или на самом изделии свидетельствует о проведении поставщиком (производителем) сертификации, удостоверяющей соответствие изделия всем требованиям технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая производственная партия материала данной классификации и того же состава. «Сертификация» не подразумевает проведение каких-либо обязательных испытаний на образцах конкретного поставляемого материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или не проводиться. Основанием для «сертификации» согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной «представительной выборки» и Система обеспечения качества изготовителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварочным аппаратам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в условиях дыма, количество которого зависит от пяти основных факторов. К этим факторам относятся:

ТАБЛИЦА А1
СРАВНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Голые прутки и электроды по А5.7/А5.7М	Покрытые электроды по А5.6/А5.6М*	Обозначения по ISO 24373 ^{1*}
ERCu	ECu	SCu 1898
ERCuSi-A	ECuSi	SCu 6560
ERCuSn-A	ECuSn-A	SCu 5180
ERCuSn-C	ECuSn-C	SCu 5210
ERCuNi	ECuNi	SCu 7158
ERCuAl-A1	...	SCu 6100
ERCuAl-A2	ECuAl-A2	SCu 6180
ERCuAl-A3	...	SCu 6240
ERCuNiAl	ECuNiAl	SCu 6328
ERCuMnNiAl	ECuMnNiAl	SCu 6338

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. AWS A5.6/A5.6 M, Электроды из меди и медных сплавов для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия.
- b. ISO 24373, Сварочные материалы. Сплошные проволоки и прутки для сварки плавлением изделий из меди и медных сплавов. Классификация.

(1) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);

(2) количество сварочных аппаратов и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении;

(3) скорость выделения дымов, газов или пыли в зависимости от используемых материалов и сварочных техник;

(4) близость сварочных аппаратов или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;

(5) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 В стандарте ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, рассматриваются вопросы вентиляции, необходимой в процессе сварки. За получением подробной информации следует обращаться к этому стандарту. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана труда и вентиляция» данного документа. Более подробно вопросы вентиляции рассмотрены в стандарте AWS F3.2 *Руководство по вентиляции сварочного дыма*.

A6 Сварочные процессы

A6.1 Присадочные металлы, описание которых приводится в настоящих Технических условиях, могут применяться при различных процессах сварки. К наиболее важным из них относятся дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) и дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW).

A6.2 Перед сваркой или нагреванием какого-либо сплава на основе меди, основной металл необходимо очистить. Масла, краски, смазочные материалы, маркировочные карандаши и индикаторы температуры, компаунды для нарезания резьбы и другие аналогичные материалы часто содержат серу или свинец, которые при сварке или нагреве могут вызвать трещинообразование (охрупчивание) основного металла или металла сварного шва.

A6.3 При дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа применяется постоянный ток при отрицательной полярности электрода (ПТЭО). В качестве защитного газа используются аргон или гелий высокой степени очистки (или их сочетание).

A6.4 При дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа применяется постоянный ток при положительной полярности электрода (ПТЭП). В качестве защитного газа обычно используется аргон, однако, возможно и применение смеси аргона с гелием при сварке меди высокой проводимости.

A7 Описание и использование по назначению электродов и прутков

A7.1 Общие характеристики

A7.1.1 Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа обычно требует ПТЭО.

A7.1.2 Дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа обычно требует ПТЭП.

A7.1.3 Защитным газом, используемым для обоих процессов, обычно является аргон, гелий или их смесь, содержащие или не содержащие водород. Не рекомендуется использовать газы, содержащие кислород.

A7.1.4 Основной металл должен быть сухим и не содержать загрязняющих веществ, включая поверхностные окислы.

A7.2 Класс присадочного металла ERCu (медь)

A7.2.1 Присадочные металлы ERCu изготовлены из раскисленной меди, но также могут содержать один или несколько следующих элементов: фосфор, кремний, олово, марганец и серебро. Фосфор и кремний добавляются в основном в качестве раскислителей. Другие элементы добавляются либо для того, чтобы облегчить сварку, либо для улучшения свойств готовой сварной детали. Присадочные металлы ERCu обычно используются для сварки раскисленной и электролитической технически чистой меди (ETP). Реакции с водородом в бескислородной меди и сегрегация медных оксидов в технически чистой меди могут уменьшить прочность соединения. Сварочные электроды и прутки ERCu могут быть использованы для сварки этих основных металлов, когда не требуется достижение высочайшего качества.

A7.2.2 Для большинства работ желателен предварительный прогрев; он особенно важен при работе с толстым основным металлом. Подходящие температуры предварительного нагрева – от 400 до 1000 °F [от 200 °C до 500 °C].

A7.2.3 Для толстых основных металлов, предпочтительна дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа. Обычно приемлемым является сочетание стандартного проектирования соединений с хорошей методикой сварки. Внешний источник предварительного прогрева обычно не требуется при толщине сварочного основного металла $\frac{1}{4}$ дюйма (6,4 мм) и менее. При толщине сварочного основного металла более $\frac{1}{4}$ дюйма [6 мм] и при высоких требованиях к качеству сварных соединений желателен предварительный прогрев в пределах от 400 до 1000 °F [от 200 °C до 500 °C].

A7.3 Класс присадочного металла ERcusi (кремнистая бронза)

A7.3.1 Присадочные металлы ERcusi являются сплавами на основе меди, содержащими приблизительно 3 % кремния; они могут также содержать небольшие количества марганца, олова или цинка. Они используются для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа медно-кремниевых и медно-цинковых основных металлов друг к другу и к стали.

A7.3.2 При проведении дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа присадочными металлами ERcusi, как правило, лучше всего поддерживать небольшой объем сварочной ванны и температуру между проходами ниже 150 °F [65 °C], чтобы свести к минимуму образование горячих трещин. Использование узких сварочных проходов также уменьшает напряжения при сжатии и обеспечивает более быстрое охлаждение в диапазоне температур горячеломкости.

A7.3.3 При проведении дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа с присадочными металлами ERcusi наилучшие результаты также обеспечиваются при сохранении небольшого объема сварочного ванны. Предварительный прогрев не требуется. Сварка может производиться во всех положениях, но горизонтальное положение является наиболее предпочтительным.

A7.4 Класс присадочного металла ERcuSn-x (фосфористая бронза)

A7.4.1 Присадочные металлы ERcuSn-A содержат около 5 % олова и до 0,35 % фосфора, добавленного в качестве раскислителя. Олово увеличивает износостойчивость сварного металла и замедляет скорость затвердевания путем увеличения разницы температур между ликвидусом и солидусом. Это замедление затвердевания увеличивает тенденцию к горячеломкости. Чтобы свести этот эффект к минимуму, необходимо поддерживать небольшой объем сварочной ванны, а время сварки максимально сократить. Присадочные металлы ERcuSn-A могут использоваться для сварки бронзы и латуни. Они также могут использоваться для сварки меди, если допустимо наличие олова в металле сварного шва.

A7.4.2 Присадочные металлы ERcuSn-C содержат около 8 % олова и до 0,35 % фосфора. Более высокое содержание олова приводит к увеличению прочности и износостойкости, а также увеличению диапазона температур затвердевания при нанесении металла шва.

A7.4.3 При проведении дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа с присадочными металлами ERcuSn желателен предварительный нагрев. Сварка производится только в нижнем положении.

A7.5 Класс присадочного металла ERcuNi (медно-никелевый сплав)

A7.5.1 Электроды и прутки класса ERcuNi используются для сварки между собой или друг к другу

кованных или литых медно-никелевых сплавов с соотношением 70/30, 80/20 и 90/10. Данные присадочные металлы также используются для сварки плакированной стороны стали с медно-никелевым покрытием. Обычно предварительный нагрев необязателен.

A7.5.2 При проведении дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа или дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа с присадочными металлами ERcuNi предварительного прогрева не требуется. Сварка выполняется во всех положениях. Чтобы обеспечить оптимальное покрытие защитным газом и таким образом уменьшить пористость, дуга должна быть максимально короткой. Этот присадочный металл может также использоваться для наплавки поверхности там, где требуется высокая устойчивость к коррозии, эрозии или кавитации.

A7.6 Класс присадочного металла ERcuAl (алюминиевая бронза)

A7.6.1 Присадочный металл ERcuAl-A1 является алюминиевой бронзой, не содержащей железа. Данный металл рекомендуется для использования в качестве наплавляемого металла для износостойких поверхностей, подверженных относительно небольшим нагрузкам, в качестве материала, коррозионностойкого по отношению к соленой и солоноватой воде, а также по отношению ко многим, обычно применяемым, кислотам при различных концентрациях и температурах. Этот сплав не рекомендуется для выполнения соединений.

A7.6.2 Присадочные металл ERcuAl-A2 является железосодержащей алюминиевой бронзой и, как правило, используется для выполнения соединений алюминиевой бронзы аналогичного состава, марганцевистой бронзы, кремнистой бронзы, а также некоторых медно-никелевых сплавов, черных металлов и разнородных металлов. Наиболее распространенными сочетаниями разнородных металлов является сочетание алюминиевой бронзы со сталью и меди со сталью. Этот сплав также используется для обеспечения износостойкости и коррозионностойкости поверхностей.

A7.6.3 ERcuAl-A3 представляет собой алюминиевую бронзу большей прочности, используемую для выполнения соединений и ремонтной сварки отливок из алюминиевой бронзы аналогичного состава, а также для придания несущим поверхностям износостойкости и коррозионностойкости.

A7.6.4 ERcuNiAl является никелево-алюминиевой бронзой, используемой для выполнения соединений и ремонтной сварки литых или кованных основных металлов на основе никелево-алюминиевой бронзы.

A7.6.5 ERcuMnNiAl является марганцево-никелево-алюминиевой бронзой, используемой для выполнения соединений и ремонтной сварки литых или кованных основных металлов аналогичного состава. Этот присадочный металл может также использоваться для наплавки поверхности там, где требуется высокая устойчивость к коррозии, эрозии или кавитации.

A7.6.6 Присадочные металлы на основе алюминиевой бронзы не рекомендуются для использования при кислородногазовой сварке из-за образования оксида алюминия в сварочной ванне.

A7.6.7 Медно-алюминиевые металлы сварного шва характеризуются относительно высоким пределом прочности на растяжение, пределом текучести и твердостью. Необходимость предварительного нагрева зависит от толщины или состава основного металла.

ТАБЛИЦА A2
ТВЕРДОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ НА РАСТЯЖЕНИЕ МЕТАЛЛОВ СВАРНОГО ШВА НА ОСНОВЕ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ

Классификация AWS	Твердость		Предел прочности на растяжение, не менее	
	по Бринеллю		по Виккерсу	
	HBW	Нагрузка, кгс	HV	Нагрузка, кгс
ERCu	25 ^b		38	
ERCuSi-A	80–100	500	94–110	1
ERCuSn-A	70–85	500	76–98	1
ERCuSn-C	85–100	500	98–110	1
ERCuNi	60–80	500	64–94	1
ERCuAl-AI	80–110	500	94–115	10
ERCuAl-A2 ^a	130–150	3000	130–150	10
ERCuAl-A3 ^a	140–180	3000	140–184	10
ERCuNiAl ^a	160–200	3000	163–205	10
ERCuMnNiAl ^a	160–200	3000	163–205	10

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Приведенные выше значения твердости являются усредненными значениями для наплавки, выполненной из указанных присадочных металлов, измеренными непосредственно после сварки. Эта таблица приведена только для информации.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Только для процесса дуговой газовой сварки вольфрамовым электродом.
b. Шкала F Роквелла.

A7.6.8 Предпочтительна сварка в нижнем положении. Сварка в других положениях может быть успешной при использовании оборудования и технологии для импульсно-дуговой сварки.

A8 Специальные испытания

Для определения пригодности материалов к некоторым видам применения могут потребоваться дополнительные испытания. Целью таких испытаний является определение специальных характеристик, таких как коррозионная стойкость, окалиностойкость или прочность при повышенных или криогенных температурах. Положения о заказе таких испытаний устанавливаются стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Данный раздел приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания. Эти испытания могут быть проведены по согласованию между поставщиком и покупателем.

Испытания на прочность и твердость не включены в данные технические условия. Распределение значений прочности и твердости приведено в таблице A2. Если оговорены специальные испытания для определения механических свойств, то процедуры их проведения должны соответствовать стандарту AWS B4.0 или AWS B4.0M, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*.

Следует отметить, что на получаемый результат влияют переменные характеристики сварки (ток, напряжение и скорость сварки), переменные характеристики защитной среды (специальная газовая смесь или флюс), переменный состав основного металла и присадочного металла. Тем не менее, при должном контроле этих переменных характеристик присадочный металл будет давать бездефектные сварные швы, прочность которых (определяемая в испытаниях металла шва на растяжение) будет равна или превысит минимальные значения, указанные в таблице A2.

A9 Отмененные классификации

A9.1 Классификации. Некоторые классификации присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. Классификации, которые были отменены, перечислены в таблице A3, где указан год их последнего включения в данные технические условия.

A10. Общие положения по технике безопасности

A10.1 Вопросы техники безопасности и охраны труда находятся за рамками настоящего стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Информация по технике безопасности и охране труда содержится в секции A5 и частично приведена ниже. Информация по этим же вопросам доступна и в других источниках, в том числе в информационных бюллетенях по технике безопасности и охране труда, перечисленных в A10.3, стандарт ANSI Z49.1, *Техника безопасности при работах по сварке, резке и сопутствующих процессах*, а также в соответствующих федеральных и государственных нормах, и др.

A10.2 Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности. Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

ТАБЛИЦА А3
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Отмененные классификации	Год последней публикации
RCuAl-A1	1952
RCuSn ^a	1952
RCuSi-B	1957
RCu ^b	1969
RCuSi-A ^b	1969
RCuSn-A ^b	1969
RCuNi ^b	1969
RCuAl-A2 ^b	1969
RBCuZn-A ^c	1969
RCu2n-B ^c	1969
RCuZn-C ^c	1969
RBCuZn-D ^c	1969
RCuAl-B	1969

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Данный класс присадочных прутков был изменен на RCuSn-A с увеличением диапазона содержания фосфора.
- b. Обозначение данных классов было изменено на ERxx-x в разделе A5.7-77, чтобы указать и материалы электрода, и материалы прутка и продолжить их рассмотрение в настоящих Технических условиях.
- c. Данные классы были перенесены в п. A5.27, где они обозначены как класс RBxx-x прутков для сварки с припоем. Технические условия A5.27 были позже изъяты из обращения, и данные классы были перенесены в настоящие Технические условия A5.8.

A10.3 Указатель информационных бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)⁹

№	Название
1	Дымы и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных дымах
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на ярлыках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Использование электрокардиостимуляторов при сварочных работах
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Маркировка с указанием на необходимость исключения
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металлизации
21	Контактная точечная сварка
22	Воздействие кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма 65 штата Калифорния
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла
26	Расстояние наблюдения дуги
27	Электроды из тарированного вольфрама
28	Меры безопасности при кислородно-газовой резке: запорные клапаны и устройства блокировки обратного удара пламени
29	Заземление переносных и установленных на транспортном средстве сварочных генераторов
30	Цилиндры: безопасное хранение, обращение и эксплуатация
31	Защита лица и глаз при работах по сварке и резке

⁹ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ПРИСАДОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ ДЛЯ ПАЙКИ ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ И ПАЙКИ-СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.8/SFA-5.8M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.8/A5.8M:2004. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации присадочных металлов для пайки твердым припоем и пайке-сварке. К ним относятся присадочные металлы для пайки твердым припоем с флюсом или без него в условиях всех защитных атмосфер и различных сред, включая вакуум.¹ Приставка «RB» (контактная пайка) означает, что присадочный металл пригоден для использования и в качестве прутка твердого припоя для пайки-сварки, и в качестве твердого припоя.

1.2 Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в необязательном Приложении, разделы A5 и A10. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) ANSI Z49.1 «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах¹¹», а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

1.3 В настоящих технических условиях значения величин приводятся как в системе единиц США, так и в Международной системе единиц (СИ). Значения в них не являются строго эквивалентными; по этой причине каждую из систем следует применять независимо от другой, не комбинируя значения характеристик материала, выраженные в разных системах. В технических условиях, обозначенных как A5.8, используется система единиц измерения, принятая в США. В технических условиях с обозначением A5.8M используются единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и на рисунках. Для определения размеров электродов и (или) упаковки в соответствии с техническими условиями A5.8 или A5.8M могут использоваться стандартные значения, основанные на любой из этих систем.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Нормативно-справочные документы

2.1 Нижеперечисленные стандарты содержат положения, которые, в упоминаемом в настоящем

тексте объеме, являются положениями настоящего стандарта AWS. Присадочные металлы для вакуумной среды предназначены для устройств, работающих в вакуумной среде, независимо от того, какая атмосфера используется для получения соединения.

На датированные ссылки, дальнейшие поправки или изменения положения настоящих изданий не распространяются. Тем не менее, сторонам соглашений на основе данного стандарта AWS рекомендуется исследовать возможности применения новейших изданий перечисленных ниже документов. В случае обновленных ссылок речь идет о новейшем издании ссылаемого документа.

2.2 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты AWS²:

(a) AWS A5.01, *Металлы присадочные.*

Руководство по поставке.

2.3 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты ANSI³:

(a) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах.*

2.4 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты ASTM⁴:

(a) *Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов (I): C 571-E 354, «Ежегодный сборник стандартов ASTM: Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов»;*

(b) *Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов (II): от E 356 до последнего раздела; Молекулярная спектроскопия; Анализ поверхности, «Ежегодный сборник стандартов ASTM: Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов»;*

(c) ASTM B 214, *Стандартная методика ситового анализа гранулированных металлических порошков;*

² Стандарты AWS можно получить по адресу: Global Engineering Documents, an Information Handling Services Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

³ Стандарты ANSI можно получить в Американском национальном институте стандартов по адресу: 25 West 43 Street, New York, NY 10036, и Global Engineering Documents, an Information Handling Services Group Co., 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

⁴ Стандарты ASTM в Американском обществе по испытаниям и материалам по адресу: 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

(d) ASTM DS-56, «Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения»;

(e) ASTM E 11-01, «Проволочная ткань и сита для испытаний. Стандартные технические условия»; и

(f) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

3. Классификация⁵

3.1 Твердые припои, описанные в технических условиях A5.8/A5.8M, классифицируются при помощи системы, не связанной с системой единиц измерения, принятой в США, и Международной системой единиц (СИ). Классификация проводится в соответствии с химическим составом твердого припоя, указанным в таблицах 1-6.

3.2 Присадочный металл, входящий в одну классификацию, не может входить в какую-либо другую классификацию в рамках настоящих технических условий.

4. Приемка⁶

Приемка твердого припоя производится в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01 «Металлы присадочные. Руководство по поставке».

5. Сертификация⁷

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.

6. Правила округления

В целях установления соответствия с положениями настоящих технических условий экспериментальные или расчетные значения округляются до ближайшего крайнего правого разряда числа, используемого для выражения предельного значения в соответствии с методикой округления, приведенной в ASTM E 29, «Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям».

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

Для всех классификаций или форм выпуска продукции необходимо проведение следующих испытаний:

7.1 Для всех классификаций требуется проведение химического анализа присадочного металла.

7.2 Помимо химического анализа для присадочных металлов, применяемых в вакуумной среде, требуется проведение испытания на чистоту плавки и разбрызгивание.

7.3 Для порошковых твердых припоев требуется ситовой анализ.

7.4 В дополнение к этому для порошковых припоев требуется тестирование клеящего состава ленты-носителя применяемой с нанесенным на нее порошковым припоем. Материал для подготовки образцов для испытаний, действующий порядок пайки твердым припоем и испытаний, и требуемые результаты изложены в Разделах 9 -13.

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, такое испытание повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторного тестирования могут быть взяты либо из исходного образца, либо из одного или двух новых образцов. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты обоих повторных испытаний не отвечают требованиям данных ТУ, то такие материалы считаются не соответствующими требованиям данных ТУ для данной классификационной категории.

В случае если во время подготовки или после завершения испытания определенно установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке образца (-ов) для испытаний или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено, и соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое тестирование должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов снимается.

9. Химический анализ

9.1 Твердые припои и участок присадочного металла плакированных изделий должны соответствовать требованиям к химическому составу, изложенным в таблицах 1 - 6, применительно к определенному присадочному металлу, проходящему испытания.

9.2 Анализ образца должен проводиться подходящими аналитическими методами.

9.3 В спорных случаях арбитражным для всех элементов является соответствующий аналитический метод, описанный в (1) *Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов (I): С 571-Е 354 в Ежегодном сборнике стандартов ASTM «Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов»;* (2) *Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов (II): от E356 до последнего раздела; Молекулярная спектроскопия; Анализ поверхности в Ежегодном сборнике стандартов ASTM «Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов»,* или (3) в соответствии с Приложением В.

⁵ Описание методики классификации присадочных металлов изложено в п. А2.

Более подробную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в п. А3, «Приемка», а также в стандарте AWS A5.01 «Металлы присадочные. Руководство по поставке».

⁷ Предшествующую информацию о сертификации и испытаниях, необходимых для соблюдения настоящего требования, см. в п. А4 «Сертификация».

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ СЕРЕБРЯНЫХ ТВЕРДЫХ
ПРИПОЕВ

A08

Классифика- ционное обозначение AWS	Номер по UNS ⁽¹⁾	Состав, Весовые проценты								Другие элементы, всего ⁽²⁾
		Ag	Cu	Zn	Cd	Ni	Sn	Li	Mn	
BАg-1	P07450	44,0-46,0	14,0-16,0	14,0-18,0	23,0-25,0	—	—	—	—	0,15
BАg-1a	P07500	49,0-51,0	14,5-16,5	14,5-18,5	17,0-19,0	—	—	—	—	0,15
BАg-2	P07350	34,0-36,0	25,0-27,0	19,0-23,0	17,0-19,0	—	—	—	—	0,15
BАg-2a	P07300	29,0-31,0	26,0-28,0	21,0-25,0	19,0-21,0	—	—	—	—	0,15
BАg-3	P07501	49,0-51,0	14,5-16,5	13,5-17,5	15,0-17,0	2,5-3,5	—	—	—	0,15
BАg-4	P07400	39,0-41,0	29,0-31,0	26,0-30,0	—	1,5-2,5	—	—	—	0,15
BАg-5	P07453	44,0-46,0	29,0-31,0	23,0-27,0	—	—	—	—	—	0,15
BАg-6	P07503	49,0-51,0	33,0-35,0	14,0-18,0	—	—	—	—	—	0,15
BАg-7	P07563	55,0-57,0	21,0-23,0	15,0-19,0	—	—	4,5-5,5	—	—	0,15
BАg-8	P07720	71,0-73,0	Остаток	—	—	—	—	—	—	0,15
BАg-8a	P07723	71,0-73,0	Остаток	—	—	—	—	0,25-0,50	—	0,15
BАg-9	P07650	64,0-66,0	19,0-21,0	13,0-17,0	—	—	—	—	—	0,15
BАg-10	P07700	69,0-71,0	19,0-21,0	8,0-12,0	—	—	—	—	—	0,15
BАg-13	P07540	53,0-55,0	Остаток	4,0-6,0	—	0,5-1,5	—	—	—	0,15
BАg-13a	P07560	55,0-57,0	Остаток	—	—	1,5-2,5	—	—	—	0,15
BАg-18	P07600	59,0-61,0	Остаток	—	—	—	9,5-10,5	—	—	0,15
BАg-19	P07925	92,0-93,0	Остаток	—	—	—	—	0,15-0,30	—	0,15
BАg-20	P07301	29,0-31,0	37,0-39,0	30,0-34,0	—	—	—	—	—	0,15
BАg-21	P07630	62,0-64,0	27,5-29,5	—	—	2,0-3,0	5,0-7,0	—	0,15	
BАg-22	P07490	48,0-50,0	15,0-17,0	21,0-25,0	—	4,0-5,0	—	—	7,0-8,0	0,15
BАg-23	P07850	84,0-86,0	—	—	—	—	—	—	Остаток	0,15
BАg-24	P07505	49,0-51,0	19,0-21,0	26,0-30,0	—	1,5-2,5	—	—	—	0,15
BАg-26	P07250	24,0-26,0	37,0-39,0	31,0-35,0	—	1,5-2,5	—	—	1,5-2,5	0,15
BАg-27	P07251	24,0-26,0	34,0-36,0	24,5-28,5	12,5-14,5	—	—	—	—	0,15
BАg-28	P07401	39,0-41,0	29,0-31,0	26,0-30,0	—	—	1,5-2,5	—	—	0,15
BАg-33	P07252	24,0-26,0	29,0-31,0	26,5-28,5	16,5-18,5	—	—	—	—	0,15
BАg-34	P07380	37,0-39,0	31,0-33,0	26,0-30,0	—	—	1,5-2,5	—	—	0,15
BАg-35	P07351	34,0-36,0	31,0-33,0	31,0-35,0	—	—	—	—	—	0,15
BАg-36	P07454	44,0-46,0	26,0-28,0	23,0-27,0	—	—	2,5-3,5	—	—	0,15
BАg-37	P07253	24,0-26,0	39,0-41,0	31,0-35,0	—	—	1,5-2,5	—	—	0,15

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

(а) Отмененные классификации твердых припоев см. в таблице А2.

(б) Следующие классификации серебряных припоев, не указанные в данной таблице, см. в таблице 6: BVAg-D, BVAg-6b, BVAg-8b и с BVAg-29 по BVAg-32.

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) ASTM DS-56 «Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения».

(2) Необходимо провести анализ твердого припоя на наличие тех элементов, значения которых указаны в данной таблице. При наличии других элементов, их количество, выявленное в процессе анализа, должно быть определено, при этом их общее количество не должно превышать установленных пределов.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЗОЛОТЫХ ТВЕРДЫХ
ПРИПОВ

Классификационн ое обозначение	Номер по UNS ⁽¹⁾	Состав, Весовые проценты				Другие элементы, всего ⁽²⁾
		Au	Cu	Pd	Ni	
		AWS				
BAu-1	P00375	37,0-38,0	Остаток	—	—	0,15
BAu-2	P00800	79,5-80,5	Остаток	—	—	0,15
BAu-3	P00350	34,5-35,5	Остаток	—	2,5-3,5	0,15
BAu-4	P00820	81,5-82,5	—	—	Остаток	0,15
BAu-5	P00300	29,5-30,5	—	33,5-34,5	35,5-36,5	0,15
BAu-6	P00700	69,5-70,5	—	7,5-8,5	21,5-22,5	0,15

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

(a) Отмененные классификации твердых припоев см. в таблице A2.

(b) Следующие классы золотых припоев, не указанные в данной таблице, см. в таблице 6: BVAu-2, BVAg-3, BVAu-4, BVAu-7, BVAu-8, BVAu-9 и BVAu-10.

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) ASTM DS-56 «Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения».

(2) Необходимо провести анализ твердого припоя на наличие тех элементов, значения которых указаны в данной таблице. При наличии других элементов, их количество, выявленное в процессе анализа, должно быть определено, при этом их общее количество не должно превышать установленных пределов.

10. Ситовый анализ

10.1 Ситовый анализ порошковых твердых припоев проводится в соответствии с положениями стандарта ASTM B 214 «Стандартная методика проведения ситового анализа гранулированных металлических порошков».

10.2 Результаты ситового анализа должны соответствовать гранулометрическому составу, указанному в таблице 7. Размеры, отличные от стандартных, подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.

11. Испытание на чистоту плавки

11.1 Испытание на чистоту плавки проводится для всех присадочных металлов класса BV, производимых для применения только в вакуумной среде. Испытание на чистоту плавки проводится с применением образца присадочного металла весом приблизительно 0,015 тройской унции (0,001 фунта (фунт)) [0,5 грамма (г)]. Для отбора образца из заготовок следует использовать чистые, сухие инструменты, образец помещается в чистый тигель из плотной поликристаллической окиси алюминия (99,6 %). В качестве альтернативы может использоваться тигель из плавленного кварца или лодочка, прошедшая предварительную очистку на огне при температуре не менее 2000°F [1100°C] и хранящаяся в защищенном от пыли контейнере.

11.2 Контейнер с образцом устанавливается на муфель трубчатой камеры сгорания, изготовленный из плотной поликристаллической окиси алюминия, плавленного кварца или аналогичного материала. Муфель очищается сухим водородом (точка росы –40°F [–40°C] или ниже), и образец доводится до температуры, превышающей не менее чем на 36°F [20°C] температуру ликвидуса, установленную для данного материала (см. таблицу A1). Необходимо выдержать его при данной температуре в течение десяти минут, а затем охладить в муфеле до температуры не выше 150°F [65°C]. Одновременно

необходимо отключить подачу водорода и извлечь образец для осмотра.

11.3 Расплавленный образец осматривается при 5-кратном увеличении. Если он полностью расплавился, на его поверхности наблюдается только легкий дым, а отдельные черные точки отсутствуют, он отвечает требованиям испытания на чистоту плавки.

12. Испытание на разбрызгивание

Испытание на разбрызгивание проводится для всех присадочных металлов класса BV, производимых для применения только в вакуумной среде. Для присадочного металла в форме порошка испытание на разбрызгивание не проводится вследствие высокой степени отношения площади поверхности к объему и присутствием окисей на этой поверхности.

12.1 Испытание на разбрызгивание должно проводиться одновременно с испытанием на чистоту плавки путем соединения тигеля или лодочки с никелированным швеллером, конструкция ножек которого предполагает наличие небольшого зазора, не более 0,06 дюйма. [1,5 мм], над тигелем. Соединительный мост должен находиться на расстоянии не более 0,38 дюйма [9,6 мм] над присадочным металлом.

12.2 После завершения испытания нижняя сторона никелированного швеллера осматривается при 5-кратном увеличении на наличие следов брызг. Если следы брызг отсутствуют, образец соответствует требованиям.

13. Содержание связующего компонента в переводной ленте

13.1 Содержание связующего компонента в переводной ленте определяется с помощью следующего метода:

13.1.1 Полоска из нержавеющей стали марки 304 размером приблизительно 0,031 дюйма × 0,5 дюйма × 2 дюйма [0,8 мм × 13 мм × 50 мм] взвешивается, и вес записывается как «Вес А».

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ АЛЮМИНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ ТВЕРДЫХ ПРИПОЕВ

Классификац ионное обозначение	Номер по UNS ⁽²⁾	Химический состав/Весовые проценты ⁽¹⁾												Другие элементы ⁽³⁾	
		Si	Cu	Mg	Bi	Fe	Zn	Mn	Cr	Ni	Ti	Be	Al	Каждый	Всего
		AWS													
BAISi-2	A94343		6,8-8,2	0,25	—	—	0,8	0,20	0,10	—	—	—	Остаток	0,05	0,15
BAISi-3	A94145		9,3-10,7	3,3-4,7	0,15	—	0,8	0,20	0,15	0,15	—	—	Остаток	0,05	0,15
BAISi-4	A94047		11,0-13,0	0,30	0,10	—	0,8	0,20	0,15	—	—	—	Остаток	0,05	0,15
BAISi-5	A94045		9,0-11,0	0,30	0,05	—	0,8	0,10	0,05	—	—	0,20	Остаток	0,05	0,15
BAISi-7	A94004		9,0-10,5	0,25	1,0-2,0	—	0,8	0,20	0,10	—	—	—	Остаток	0,05	0,15
BAISi-9	A94147		11,0-13,0	0,25	0,10-0,5	—	0,8	0,20	0,10	—	—	—	Остаток	0,05	0,15
BAISi-11	A94104		9,0-10,5	0,25	1,0-2,0	0,02-0,20	0,8	0,20	0,10	—	—	—	Остаток	0,05	0,15
BMg-1	M19001		0,05	0,05	Остаток	—	0,005	1,7-2,3	0,15-1,5	—	0,005	—	0,0002- 0,0008	8,3-9,7	0,30

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: отмененные классификации твердых припоев см. в таблице A2.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Единственные значения соответствуют максимальным, если не указано иное.
- (2) ASTM DS-56 «Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначении»¹,
- (3) Необходимо провести анализ твердого припоя на наличие тех элементов, значения которых указаны в данной таблице. При наличии других элементов выявленное в процессе анализа их количество должно быть определено, при этом их общее количество не должно превышать установленных пределов.

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕДНЫХ, МЕДНО-ЦИНКОВЫХ И МЕДНО-ФОСФОРНЫХ ТВЕРДЫХ ПРИПОЕВ

Классификац ионное обозначение AWS	Номер по UNS ⁽²⁾	Химический состав/Весовые проценты ⁽¹⁾											Другие элементы, всего ⁽³⁾
		Cu	Ag	Zn	Sn	Fe	Mn	Ni	P	Pb	Al	Si	
BCu-I	C14180	99,90 мин	—	—	—	—	—	—	0,075	0,02	0,01*	—	0,10 ⁽⁶⁾
BCu-Ia	—	99,00 мин ⁽⁴⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,30
BCu-Ib	C11000	99,90 мин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10
BCu-2 ⁽⁵⁾	—	86,50 мин ⁽⁴⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,50
BCu-3 ⁽⁹⁾	C10200	99,95 мин	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,50
RBCuZn-A	C47000	57,0-61,0 ⁽⁷⁾	—	Остаток	0,25-1,00	*	*	—	—	0,05*	0,01*	*	0,50 ⁽⁶⁾
RBCuZn-B	C68000	56,0-60,0 ⁽⁷⁾	—	Остаток	0,80-1,10	0,25-1,20	0,01-0,50	0,20-0,80 ⁽⁸⁾	—	0,05*	0,01*	0,04-0,15	0,50 ⁽⁶⁾
RBCuZn-C	C68100	56,0-60,0 ⁽⁷⁾	—	Остаток	0,80-1,10	0,25-1,20	0,01-0,50	—	—	0,05*	0,01*	0,04-0,15	0,50 ⁽⁶⁾
RBCuZn-D	C77300	46,0-50,0 ⁽⁷⁾	—	Остаток	—	—	—	9,0-11,0 ⁽⁸⁾	0,25	0,05*	0,01*	0,04-0,25	0,50 ⁽⁶⁾
BCuP-2	C55181	Остаток	—	—	—	—	—	—	7,0-7,5	—	—	—	0,15
BCuP-3	C55281	Остаток	4,8-5,2	—	—	—	—	—	5,8-6,2	—	—	—	0,15
BCuP-4	C55283	Остаток	5,8-6,2	—	—	—	—	—	7,0-7,5	—	—	—	0,15
BCuP-5	C55284	Остаток	14,5-15,5	—	—	—	—	—	4,8-5,2	—	—	—	0,15
BCuP-6	C55280	Остаток	1,8-2,2	—	—	—	—	—	6,8-7,2	—	—	—	0,15
BCuP-7	C55282	Остаток	4,8-5,2	—	—	—	—	—	6,5-7,0	—	—	—	0,15
BCuP-8	C55285	Остаток	17,2-18,0	—	—	—	—	—	6,0-6,7	—	—	—	0,15
BCuP-9	C55385	Остаток	—	—	6,0-6,7	—	—	—	6,0-6,7	—	—	0,01-0,4	0,15

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Отмененные классификации твердых припоев см. в таблице A2.
(b) Следующие классификации медных припоев, не указанные в данной таблице, см. в таблице 6: BCu-Ix

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Единственные значения соответствуют максимальным, если не указано иное.
(2) ASTM DS-56 «Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения»,
(3) Необходимо провести анализ присадочного металла на наличие тех элементов, значения или звездочки (*) которых указаны в данной таблице. При наличии других элементов выявленное в процессе анализа их количество должно быть определено, при этом их общее количество не должно превышать пределов, установленных в графе «Другие элементы, всего».
(4) Остальное составляет кислород, присутствующий в виде закиси меди. Кислород не включается в графу «Другие элементы».
(5) Эти требования к химическому составу относятся только к порошку закиси меди и не включают в себя требования к органическому растворителю, в котором суспендируется закись меди, когда она поставляется в пастообразной форме.
(6) Общее содержание всех прочих элементов, в том числе тех, напротив которых указано максимальное значение или звездочка (*), не должно превышать значения, указанного в графе «Прочие элементы, общее содержание».
(7) Включая остаточное серебро.
(8) Включая остаточный кобальт.
(9) Максимально допустимое содержание кислорода в данном сплаве составляет 0,001 %.

ТАБЛИЦА 5
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НИКЕЛЕВЫХ И КОБАЛЬТОВЫХ
ТВЕРДЫХ ПРИПОЕВ

Классификаци онное обозначение AWS	Номер по UNS ⁽²⁾	Химический состав/Весовые проценты ⁽¹⁾																		Другие элементы, всего ⁽³⁾
		Ni	Cr	B	Si	Fe	C	P	S	Al	Ti	Mn	Cu	Zr	W	Co	Mo	Nb	Se	
BNi-1	N99600	Остаток	13,0- 15,0	2,75- 3,50	4,0-5,0	4,0- 5,0	0,60- 0,90	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05 0,05	—	0,10 0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-1a	N99610	Остаток	13,0- 15,0	2,75- 3,50	4,0-5,0	4,0- 5,0	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	—	—	—	—	—	0,005	0,50
BNi-2	N99620	Остаток	6,0- 8,0	2,75- 3,50	4,0-5,0	2,5- 3,5	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-3	N99630	Остаток	—	2,75- 3,50	4,0-5,0	0,5	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-4	N99640	Остаток	—	1,50- 2,20	3,0-4,0	1,5	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-5	N99650	Остаток	18,5- 19,5	0,03 10,50	9,75	—	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-5a	N99651	Остаток	18,5- 19,5	1,0- 1,5	7,0-7,5	0,5	0,10	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-5b	N99652	Остаток	14,5- 15,5	1,1- 1,6	7,0-7,5	1,0	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	1,0	—	—	0,005	0,50
BIMi-6	N99700	Остаток	—	—	—	—	0,06	10,0- 12,0	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-7	N99710	Остаток	13,0- 15,0	0,01	0,10	0,2	0,06	9,7- 10,5	0,02	0,05	0,05	0,04	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-8	N99800	Остаток	—	—	6,0-8,0	—	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	21,5- 24,5	4,0- 5,0	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-9	N99612	Остаток	13,5- 16,5	3,25- 4,00	—	1,5	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-10	N99622	Остаток	10,0- 13,0	2,0- 3,0	3,0-4,0	2,5- 4,5	0,40- 0,55	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	15,0- 17,0	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-11	N99624	Остаток	9,00- 11,7	2,2- 3,1	3,35-4,25	2,5- 4,0	0,30- 0,50	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	11,50- 12,75	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-12	N99720	Остаток	24,0- 26,0	0,02	0,1	0,2	0,06	9,0- 11,0	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	—	0,10	—	—	0,005	0,50
BNi-13	N99810	Остаток	7,0- 9,0	2,75- 3,50	3,8-4,8	0,4	0,06	0,02	0,02	0,05	0,05	-	2,0- 3,0	0,05	—	0,10	1,5- 2,5	1,5- 2,5	0,005	0,50
BCo-1	R39001	16,0-18,0	18,0- 20,0	0,70- 0,90	7,5-8,5	1,0	0,35- 0,45	0,02	0,02	0,05	0,05	-	—	0,05	3,5- 4,5	Остаток	—	—	0,005	0,50

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: отмененные классификации твердых припоев см. в таблице A2.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Единственные значения соответствуют максимальным.
- (2) ASTM DS-56 «Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения»
- (3) Необходимо провести анализ присадочного металла на наличие тех элементов, значения которых указаны в данной таблице. При наличии других элементов выявленное в процессе анализа их количество должно быть определено, при этом их общее количество не должно превышать установленных пределов.

**ТАБЛИЦА 6 ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ТВЕРДЫХ ПРИПОЕВ ДЛЯ
СВАРКИ В ВАКУУМЕ**

Классификационно е обозначение	Номер по UNS ⁽³⁾	Химический состав/Весовые проценты ⁽¹⁾⁽²⁾												
		Ag	Au	Cu	Ni	Co	Sn	Pd	In	Zn	Cd	Pb	P	C
Марка 1														
BVAg-6b	P07507	49,0-51,0	—	Остаток	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAg-8	P07727	71,0-73,0	—	Остаток	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAg-8b	P07728	70,5-72,5	—	Остаток	0,3-0,7	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAg-18	P07607	59,0-61,0	—	Остаток	—	—	9,5-10,5	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAg-29	P07627	60,5-62,5	—	Остаток	—	—	—	—	14,0-15,0	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAg-30	P07687	67,0-69,0	—	Остаток	—	—	—	4,5-5,5	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAg-31	P07587	57,0-59,0	—	31,0-33,0	—	—	—	Остаток	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAg-32	P07547	53,0-55,0	—	20,0-22,0	—	—	—	Остаток	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAu-2	P00807	—	—	79,5-80,5	Остаток	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAu-3	P00351	—	34,5-35,5	Остаток	2,5-3,5	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAu-4	P00827	—	81,5-82,5	—	Остаток	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAu-7	P00507	—	49,5-50,5	—	24,5-25,5	0,06	—	Остаток	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAu-8	P00927	—	91,0-93,0	—	—	—	—	Остаток	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAu-9	P00354	—	34,5-35,5	Остаток	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVAu-10	P00503	—	49,5-50,5	Остаток	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
BVPd-1	P03657	—	—	—	0,06	Остаток	—	64,0-66,0	—	0,001	0,001	0,002	0,002	0,005
Марка 2 -														
BVAg-0	P07017	99,95 мин.	—	0,05	—	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAg-6b	P07507	49,0-51,0	—	Остаток	—	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,02	0,005
BVAg-8	P07727	71,0-73,0	—	Остаток	—	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,02	0,005
BVAg-8b	P07728	70,5-72,5	—	Остаток	0,3-0,7	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,02	0,005
BVAg-18	P07607	59,0-61,0	—	Остаток	—	—	9,5-10,5	—	—	0,002	0,002	0,002	0,02	0,005
BVAg-29	P07627	60,5-62,5	—	Остаток	—	—	—	—	14,0-15,0	0,002	0,002	0,002	0,02	0,005
BVAg-30	P07687	67,0-69,0	—	Остаток	—	—	—	4,5-5,5	—	0,002	0,002	0,002	0,02	0,005
BVAg-31	P07587	57,0-59,0	—	31,0-33,0	—	—	—	Остаток	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAg-32	P07547	53,0-55,0	—	20,0-22,0	—	—	—	Остаток	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAu-2	P00807	—	79,5-80,5	Остаток	—	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAu-3	P00351	—	34,5-35,5	Остаток	2,5-3,5	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAu-4	P00827	—	81,5-82,5	—	Остаток	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAu-7	P99507	—	49,5-50,5	—	24,5-25,5	0,06	—	Остаток	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAu-8	P00927	—	91,0-93,0	—	—	—	—	Остаток	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAu-9	P00354	—	34,5-35,5	Остаток	—	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVAu-10	P00503	—	49,5-50,5	Остаток	—	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVPd-1	P03657	—	—	—	0,06	Остаток	—	64,0-66,0	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
BVCu-Ix	C14181	—	—	99,99 мин	—	—	—	—	—	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Необходимо провести анализ твердого припоя на наличие тех элементов, значения которых указаны в данной таблице. При наличии других элементов выявленное в процессе анализа их количество должно быть определено. Содержание элементов, имеющих давление выше, чем 10^{-7} торр [$1,3 \times 10^{-5}$ Па] при температуре 932°F [500°C] не должно превышать 0,001 % для каждого из них для присадочных металлов Марки 1 и 0,002 % для присадочных металлов марки 2. Общее содержание элементов с высоким давлением насыщенного пара (включая цинк, кадмий и свинец) не должно превышать 0,01 %. Общее содержание примесных элементов должно быть не более 0,01 % для Марки 1 и 0,05 % для Марки 2.
- (2) Единственные значения соответствует максимальным, если не указано иное.
- (3) ASTM DS-56 «Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения».

ТАБЛИЦА 7
ОБОЗНАЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОШКОВ

Обозначение степени измельчения порошков ⁽¹⁾		Гранулометрический состав		
		Номер сита		распределение %
Номер, принятый в США	мкм	Номер, принятый в США	um	
100 меш	150	по 60	по 250	100
		по 100	по 150	не менее 95
140 C ⁽²⁾ меш	106 C	при 100	при 150	не более 0,5
		при 140	при 106	не более 10
		по 325	по 45	не более 20
140 F ⁽³⁾ меш	106 F	при 100	при 150	не более 0,5
		при 140	при 106	не более 10
		по 325	по 45	не более 55
325 меш	45	при 200	при 75	не более 0,5
		при 325	при 45	не более 10
		при 325	при 45	не менее 90

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: все указанные выше номера сита являются стандартными размерами по ASTM, взятыми из таблицы 1 стандарта ASTM E 11-0 «Проволочная ткань и сита для испытаний. Стандартные технические условия».

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) Размер 140 F (106 мкм F) меш поставляется, если иное не указано заказчиком.

(2) C = Крупнозернистый.

(3) F = Мелкозернистый.

13.1.2 Переводная лента обрезается до размера полоски из нержавеющей стали и накладывается на полоску. Пластмассовый держатель снимается, а оставшаяся часть взвешивается. Этот вес записывается как «Вес В».

13.1.3 Соединенные полоска и переводная лента нагреваются в печи с защитной атмосферой (включая вакуум) до температуры выше 1000°F [538°C], а затем охлаждаются в защитной атмосфере и повторно взвешиваются. Этот вес записывается как «Вес С».

13.1.4 Процентное содержание связующего вещества рассчитывается следующим образом:

Процентное содержание связующего вещества =

$$\frac{\text{Вес В-Вес С}}{\text{Вес В - Вес А}} \times 100$$

13.2 Для того, чтобы соответствовать требованиям, содержание связующего вещества в переводной ленте должно составлять не более 6,0 %, если иное не оговорено между покупателем и поставщиком.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

14. Способ изготовления

Твердые припои, классифицируемые согласно настоящим техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение твердых припоев, отвечающих требованиям данных технических условий.

15. Стандартные формы, размеры и допуски

15.1 Стандартные формы и размеры твердых припоев должны соответствовать данным, указанным в таблице 8.

15.2 Размерные допуски для сварочной проволоки, прутков, тонколистового и полосового материала должны соответствовать данным, приведенным в таблицах 9 и 10, в зависимости от конкретного случая.

15.3 Размер и допуски литых прутков, переводной ленты, тонколистового проката со связкой и канатов со связкой оговариваются покупателем и поставщиком.

16. Маркировка присадочного металла

16.1 Маркировка присадочного металла указывается с помощью ярлыков, этикеток или другой соответствующей маркировки на упаковке изделия. К упаковкам изделий относятся бухты, катушки, бунты, барабаны и контейнеры. Конкретные требования к маркировке содержатся в Разделе 18.

16.2 Если предписано в заказе на поставку или в контракте, помимо маркировки всей упаковки проставляется специальная маркировка отдельных единиц присадочных металлов. При этом в соответствии с требованиями настоящих технических условий должны использоваться самоклеющиеся этикетки или маркировка с помощью штамповки.

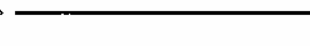
ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ ФОРМЫ И
РАЗМЕРЫ

Классификационное обозначение AWS	Стандартная форма	Стандартные размеры			
		Указанные размеры	Ширина, длина или номер сита	Толщина или диаметр	
				дюйм	мм
BAg все классификации	Полоса ⁽¹⁾ (в бухте или в катушке)	Ширина и толщина	от 0,25 дюйма до 6,0 дюйма кратные 0,25 дюйма или от 6 до 150 мм кратные 1 мм	0,002	0,05
				0,003	0,08
				0,005	0,10
				0,005	0,13
				0,010	0,15
				0,020	0,25
	Круглая проволока (в бухте или на катушке), прутки (прямые отрезки)	Диаметр для проволоки и прутка	от 18 дюймов до 36 дюймов, или от 450 до 900 мм	$1/32$ (0,31)	0,8
				$3/64$ (0,047)	1,0
				$1/16$ (0,062)	1,2
				$3/32$ (0,094)	1,5
				$1/8$ (0,125)	1,6
					2,0
BVAg все классификации	Порошок и паста	Номер сита (См. Таблицу 7)	100 [150 мкм] 140 C [106 мкм крупнозернистый] 140 F [106 мкм мелкозернистый] 325 [45 мкм]		2,4
					2,5
					3,0
					3,2
	Полоса, проволока (в бухте или катушке) и порошок	Толщина	Размеры подлежат согласованию между покупателем и поставщиком,	0,010	0,25
				0,015	0,38
				0,020	0,51
BAu, BVAu, BVPd, BCu все классификации	Полоса, проволока (в бухте или катушке) и тонколистовой прокат (в бухте) ⁽²⁾	Длина и диаметр прутка	36 дюймов или 900 мм	$1/16$ (0,062)	1,6
				$3/32$ (0,094)	2,4
				$1/8$ (0,125)	3,2
				$5/32$ (0,156)	4,0
				$3/16$ (0,188)	4,8
BAISi-3 BAISi-4 BMg-1	Порошок и паста	Номер сита (См. Таблицу 7)	100 [150 мкм]		
BAISi-4	Полоса (в бухте или катушке)	Ширина и толщина	от 0,25 дюйма до 6,0 дюймов кратные 0,25 дюйма	0,003	0,08
				0,005	0,13
				0,010	0,25
				0,025	0,6
BCuP-5	Полоса (в бухте или катушке)	Ширина и толщина	от 0,25 дюйма до 6,0 дюймов кратные 0,25 дюйма	0,003	0,08
				0,005	0,13
				0,010	0,25
				0,025	0,6

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ ФОРМЫ И
РАЗМЕРЫ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификационное обозначение AWS	Стандартная форма	Стандартные размеры			
		Указанные размеры	Ширина, длина или номер сита	Толщина или диаметр	
				дюйм	мм
BCuP Все классификации	Круглая проволока (в бухте или катушке)	Диаметр	-		
	Круглый прут (прямые отрезки)	Длина и диаметр	от 18 до 36 дюймов или от 450 до 900 мм		
	Прямоугольная проволока (в бухтах или катушках)	Ширина и толщина	ширина от $\frac{1}{16}$ до $\frac{1}{4}$ дюйма кратные $\frac{1}{32}$ дюйма или от 1,6 до 6,4 мм кратные 0,8 мм	0,050	1,3
				0,062	1,6
					2,0
				0,094	2,4
	Прямоугольный прут (прямые отрезки)	Ширина, длина и толщина	ширина $\frac{1}{16}$ дюйма, $\frac{3}{32}$ дюйма и 18 дюймов или 1,6 мм, 2,4 мм и 3,2 мм	0,109	2,8
	Порошок и паста	Номер сита (См. Таблицу 7)	100 меш [150 мкм] 140 С меш [106 мкм крупнозернистый] 140 F меш [06 мкм мелкозернистый] 325 меш [45 мкм]		
BCu-1, BCu-1b, BCu3 RBCuZn-A	Полоса (в бухте или катушке)		Размеры подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.		
BCu-1, BCu-1b, BCu-3 RBCuZn-A RBCuZn-B RBCuZn-C RBCuZn-D	Круглая проволока (в бухте)	Диаметр	—	$\frac{1}{32}$ (0,031)	0,8
				$\frac{1}{16}$ (0,062)	1,6
				$\frac{3}{32}$ (0,096)	2,4
				$\frac{1}{8}$ (0,125)	3,2
	Прутки (прямые отрезки)	Длина и диаметр	длина от 18 до 36 дюймов или от 450 до 900 мм	$\frac{5}{32}$ (0,156)	4,0
				$\frac{3}{16}$ (0,188)	4,8
				$\frac{1}{4}$ (0,250)	6,4
				$\frac{5}{16}$ (0,312)	8,0
				$\frac{3}{8}$ (0,375)	9,5
BCu-1a BCu-2	Порошок и паста	Номер сита (См. Таблицу 7)	140 С меш [106 мкм крупнозернистый] 140 F меш [106 мкм мелкозернистый] 325 меш [45 мкм] 325 меш [45 мкм]		
BVCu-lx	Полоса, круглая проволока (в бухтах или катушках)		Размеры подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.		

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ ФОРМЫ И РАЗМЕРЫ
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS	Стандартная форма	Стандартные размеры			
		Указанные размеры	Ширина, длина или номер сита	Толщина или диаметр	
				дюйм	мм
BNi: Все классификации и за исключением BNi-5a и BNi-5b BCo-1	Литая круглая проволока (отрезки) ⁽³⁾	Диаметр		$\frac{1}{16}$ (0,062)	1,6
	Фольга			$\frac{1}{8}$ (0,125)	3,2
	Литая и сварочная (боридная) фольга	Ширина и толщина	от $\frac{1}{8}$ до 4,0 дюймов, или от 3,2 до 100 мм 	0,001 0,0015 ⁽⁴⁾ 0,002 0,0025	0,025 0,037 0,05 0,06
	Трос, тонколистовой прокат и переводная лента из порошкового металла со связкой ⁽⁵⁾		Размеры подлежат согласованию между покупателем и поставщиком,		
	Порошок и паста	Номер сита (См.Таблицу 7)	140С меш C106 (мкм крупнозернистый) 140F меш C106 мкм мелкозернистый] 325 меш [45 мкм]		
BNi-5a	Фольга		от $\frac{1}{8}$ до 4,0 дюймов или от 3,2 до 100 мм 	0,001 0,0015 0,002 0,0025	0,025 0,037 0,05 0,06
BNi-5b	Фольга		от $\frac{1}{8}$ до 8,0 дюймов или от 3,2 до 200 мм 	0,001 0,0015 0,002 0,0025	0,025 0,037 0,05 0,06

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: размеры и формы упаковки, отличные от указанных здесь, подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Для BAg-2, -3, -4, -22 и -26 также стандартной формой является плакировка присадочного металла или соединение с каждой из сторон медного сердечника. Стандартная относительная толщина присадочного металла: медного сердечника: плакировки присадочного металла составляет 1:2:1 или 1:4:1.
- (2) Для BAlSi-2, -5, -7, -9 и -11 также стандартной формой является плакировка присадочного металла или соединение с одной или обеими сторонами алюминиевого сплава. Стандартная толщина плакировки присадочного металла составляет от 5 до 10 % от толщины сердечника из алюминиевого сплава.
- (3) Допуски, указанные в таблице 9, не применяются к литым прутковым формам.
- (4) Имеются изделия шириной до 2 дюймов(50 мм).
- (5) Допуски, указанные в таблице 10, не применяются к данным формованным изделиям из порошкового металла.

ТАБЛИЦА 9
ДОПУСКИ ДЛЯ СВАРОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ
И ПРУТКОВ

Форма	Состояние	Допуски ±							
		Номинальный размер ⁽¹⁾		Круглая		Прямоугольная			
		дюйм	мм	дюйм	мм	Толщина		Ширина	
Проволока	Холоднотянутая или холоднокатаная Cold Rolled	0,010-0,020 вкл.	0,25-0,51	0,0003	0,008	0,0008	0,020	0,005	0,13
		от 0,020-0,030 вкл.	0,51-0,8	0,0005	0,013	0,0016	0,041	0,005	0,13
		от 0,030-0,040 вкл.	0,8-1,0	0,0007	0,018	0,0018	0,046	0,005	0,13
		от 0,040-0,050 вкл.	1,0-1,3	0,0008	0,020	0,0020	0,051	0,005	0,13
		от 0,050-0,060 вкл.	1,3-1,5	0,0010	0,025	0,0025	0,064	0,005	0,13
		от 0,060-0,080 вкл.	1,5-2,0	0,0015	0,038	0,003	0,08	0,005	0,13
		от 0,080-0,250 вкл.	2,0-6,4	0,0020	0,051	0,004	0,10	0,005	0,13
Пруток	Холоднотянутый или холоднокатаный (круглый, прямоугольный или квадратный)	⁵ / ₃₂ и менее	4,0	0,003	0,08	0,009	0,23	0,010	0,25
		³ / ₁₆ и более	4,8	0,004	0,10	0,010	0,25	0,010	0,25
Пруток и проволока	Горячекатаные или экструдированные	³ / ₆₄ - ¹ / ₁₆ вкл.	1,2-1,6	0,005	0,13	0,008	0,20	0,010	0,25
		от ¹ / ₁₆ - ¹ / ₈ вкл.	1,6-3,2	0,006	0,15	0,009	0,23	0,010	0,25
		от ¹ / ₈ - ³ / ₁₆ вкл.	3,2-4,8	0,007	0,18	0,009	0,23	0,010	0,25
		от ³ / ₁₆ - 14 вкл.	4,8-6,4	0,008	0,20	0,010	0,25	0,010	0,25

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

(a) Допуски для литых прутков подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.

(b) Допуски по длине прутка составляют ± ½ дюйма [± 12 мм].

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Диаметр для круглой формы; толщина или ширина для прямоугольной формы.

17. Упаковка

Твердые припои должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

18. Маркировка упаковки

18.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчиво нанесена маркировка со следующей информацией об изделии (как минимум):

(a) Номер Технических условий и классификационное обозначение AWS (год выпуска можно опустить);

(b) Наименование поставщика и торговый знак фирмы-поставщика,

(c) Размер и вес нетто,

(d) Номер партии, контроля или плавки. и

(e) Дата выпуска для ленты и пасты.

18.2 При маркировке транспортной тары для упаковок с изделиями требуется только соблюдение правил, установленных Министерством транспорта или другими транспортными агентствами. Сведения, перечисленные в п.18.1, не требуются для транспортной тары.

18.3 Соответствующие сведения по технике безопасности⁸ приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте должны быть разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая индивидуальную упаковку в составе большой упаковки.

18.4 Помимо предупредительных сведений, указываемых в соответствии с п. 18.3, все упаковки (включая упаковки отдельных изделий в составе более крупной упаковки и специальные контейнеры, например, катушки и барабаны) присадочных металлов BAg-1, BAg-1a, BAg-2, BAg-2a, BAg-3, BAg-27 и B Ag-33 должны быть снабжены соответствующей предупредительной информацией по содержанию кадмия в соответствии со стандартом ANSI Z49.1 или аналогичным нормативным документом, которая указывается в виде стационарного, разборчивого штампа, нанесенного на видном месте.

⁸Типичные примеры «предупредительных этикеток» для некоторых общих или специальных расходных материалов, используемых в определенных процессах сварки, показаны на рисунках A1 и A2 стандарта ANSI Z49.1:1999.

ТАБЛИЦА 10
ДОПУСКИ ДЛЯ ПОЛОС И ЛИСТОВ ФОЛЬГИ

Номинальная толщина		Допуск по толщине ±			
		Ширина 8 дюймов (200 мм) и менее		Ширина более 8 дюймов (200 мм)	
		дюйм	мм	дюйм	мм
0,006 и менее	0,15 и менее	0,0006	0,015	0,0008	0,020
от 0,006 до 0,013 вкл.	от 0,15 до 0,33 вкл.	0,0010	0,025	0,0010	0,025
от 0,013 до 0,021 вкл.	от 0,33 до 0,53 вкл.	0,0015	0,038	0,0015	0,038
от 0,021 до 0,026 вкл.	от 0,53 до 0,66 вкл.	0,0020	0,05	0,0020	0,051
Номинальная ширина		Допуск по ширине ±			
		Толщина 0,062 дюйма (1,59 мм) и менее		Толщина от 0,063 дюйма (1,60 мм) до 0,125 дюйма (3,18 мм), вкл.	
		дюйм	мм	дюйм	мм
0,062-1,0	1,59 до 25 вкл.	0,005	0,13	0,007	0,18
от 1,0 до 2,0 вкл.	от 25 до 51 вкл.	0,005	0,13	0,009	0,23
от 2,0 до 6,0 вкл.	от 51 до 152 вкл.	0,005	0,13	0,012	0,30
от 6,0 до 15,0 вкл.	от 152 до 381 вкл.	0,007	0,18	0,017	0,43
от 15,0 до 20,0 вкл.	от 381 до 508 вкл.	0,007	0,18	0,017	0,43

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: допуск по длине должен составлять 60 % от длины, указанной в заказе, и 10 % изделий в заказе могут быть короче,

Приложение А

Руководство к техническим условиям на присадочные металлы для пайки твердым припоем и пайки-сварки

(Данное Приложение не является частью документа AWS A5.8/A5.8M:2004, *Присадочные металлы для пайки твердым припоем и пайки-сварки. Технические условия*, а включено в него только для информации.)

А1. Введение

А1.1 Данное руководство имеет целью связать классификацию твердых припоев с их предполагаемым применением, чтобы технические условия использовались эффективно. Всю подробную информацию можно получить в «Справочнике по пайке твердым припоем AWS». Если применение материала является критически важным, необходимо следовать положениям стандарта AWS C3.3 *«Рекомендуемая методика конструирования, изготовления и проверки критически важных паяных твердым припоем элементов»*.

А1.2 Данные технические условия предназначены как для поставщиков, так и для пользователей присадочных материалов и твердых припоев в качестве руководства по осуществлению производственного контроля и приемки на основе взаимно приемлемых стандартных требований. Данные технические условия классифицируют только те твердые припои, которые имели значительное применение в промышленности ко времени издания этого документа. По мере того, как другие твердые припои начинают применяться в промышленном масштабе, они включаются в настоящие технические условия. Те материалы, которые утрачивают свое промышленное значение, могут быть исключены.

А1.3 Пайка твердым припоем - это группа процессов соединения материалов, в результате которых коалесценция материалов создается путем их нагрева до температуры пайки в присутствии присадочного металла, имеющего ликвидус выше 840°F [450°C] и ниже солидуса основного металла. Присадочный металл распределяется по плотно прилегающим поверхностям соединения или удерживается в них под действием капиллярности.

А2. Метод классификации

А2.1 Классификация твердых припоев основывается на требованиях химического состава, а не на механических свойствах. Механические свойства паяного соединения зависят, помимо других факторов, от основного металла, присадочного металла и условий пайки. В связи с этим, метод классификации, основанный на механических свойствах, будет недостоверным, поскольку он сможет применяться только в тех случаях, когда твердый припой использовался на данном основном металле в указанных

условиях пайки. Если при использовании твердого припоя необходимо установить механические свойства данной комбинации основного и присадочного металлов, следует провести испытания с помощью последнего издания стандарта AWS C3.2/ C3.2M *«Стандартная методика оценки прочности паяных соединений»*.

А2.2 Твердые припои разделяются на семь стандартных классов: серебряные, золотые, алюминиевые, медные, никелевые, кобальтовые и магниевые. Многие присадочные металлы в данной классификации используются для соединения узлов в вакуумной среде, например, вакуумных ламп и электронных устройств. В таких особо важных случаях рекомендуется свести содержание элементов с высоким давлением пара до минимума, поскольку они часто загрязняют вакуум испаряющимися элементами во время работы с устройством. Припои для электронных приборов включены в качестве дополнительной классификационной группы в данные технические условия с обозначением «вакуумная марка».

А2.3 Основные классы твердых припоев выделяются по основному элементу в их химическом составе, как показано в таблицах 1 - 6 (см. также таблицу А1). Например, в обозначении BCuP-2, буква «B» обозначает твердый припой (подобно тому, как «E» обозначает электроды, а «R» - присадочные прутки в других технических условиях AWS). Буквы «RB» в RBCuZn-A, RBCuZn-B, RBCuZn-C и RBCuZn-D означают, что присадочный металл пригоден для использования в качестве прутка для сварки припоем и твердого припоя. Буквы «CuP» означают «медно-фосфорный», два основных элемента в составе данного твердого припоя (аналогичным образом, в обозначениях других твердых припоев «Si» обозначает кремний, «Ag» - серебро и так далее с использованием стандартных химических знаков). Обозначение, следующее за химическим знаком, указывает на химический состав данной группы.

В номенклатуре присадочных металлов вакуумной марки применяются вышеуказанные способы, с двумя исключениями. Первое исключение заключается в добавлении буквы «V», вместо исходных букв «BV», что обозначает твердый припой для вакуумной среды. Второе исключение заключается в использовании номера марки; Марка 1 используется для обозначения более строгих требований, предъявляемых к примесям с высоким давлением пара.

ТАБЛИЦА А1
СОЛИДУС, ЛИКВИДУС И ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУР
ПАЙКИ ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ

Классификационное обозначение AWS	Солидус		Ликвидус		Диапазон температур пайки	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
СЕРЕБРО						
BAg-1	1125	607	1145	618	1145-1400	618-760
BAg-1a	1160	627	1175	635	1175-1400	635-760
BAg-2	1125	607	1295	702	1295-1550	702-843
BAg-2a	1125	607	1310	710	1310-1550	710-843
BAg-3	1170	632	1270	688	1270-1500	688-816
BAg-4	1240	671	1435	779	1435-1650	779-899
BAg-5	1225	663	1370	743	1370-1550	743-843
BAg-6	1270	688	1425	774	1425-1600	774-871
BAg-7	1145	618	1205	652	1205-1400	652-760
BAg-8	1435	779	1435	779	1435-1650	779-899
BAg-8a	1410	766	1410	766	1410-1600	766-871
BAg-9	1240	671	1325	718	1325-1550	718-843
BAg-10	1275	691	1360	738	1360-1550	738-843
BAg-13	1325	718	1575	857	1575-1775	857-968
BAg-13a	1420	771	1640	893	1600-1800	871-982
BAg-18	1115	602	1325	718	1325-1550	718-843
BAg-19	1400	760	1635	891	1610-1800	877-982
BAg-20	1250	677	1410	766	1410-1600	766-871
BAg-21	1275	691	1475	802	1475-1650	802-899
BAg-22	1260	680	1290	699	1290-1525	699-830
BAg-23	1760	960	1780	970	1780-1900	970-1038
BAg-24	1220	660	1305	750	1305-1550	750-843
BAg-26	1305	705	1475	800	1475-1600	800-870
BAg-27	1125	605	1375	745	1375-1575	745-860
BAg-28	1200	649	1310	710	1310-1550	710-843
BAg-33	1125	607	1260	682	1260-1400	681-760
BAg-34	1200	649	1330	721	1330-1550	721-843
BAg-35	1265	685	1390	754	1390-1545	754-841
BAg-36	1195	646	1251	677	1251-1495	677-813
BAg-37	1270	688	1435	779	1435-1625	779-885
BVAg-0	1761	961	1761	961	1761-1900	961-1038
BVAg-6b	1435	779	1602	872	1600-1800	871-982
BVAg-8	1435	779	1435	779	1435-1650	779-899
BVAg-8b	1435	779	1463	795	1470-1650	799-899
BVAg-18	1115	602	1325	718	1325-1550	718-843
BVAg-29	1155	624	1305	707	1305-1450	707-788
BVAg-30	1485	807	1490	810	1490-1700	810-927
BVAg-31	1515	824	1565	852	1565-1625	852-885
BVAg-32	1650	900	1740	950	1740-1800	950-982
ЗОЛОТО						
BAu-1	1815	991	1860	1016	1860-2000	1016-1093
BAu-2	1635	891	1635	891	1635-1850	891-1010
BAu-3	1785	974	1885	1029	1885-1995	1029-1091
BAu-4	1740	949	1740	949	1740-1840	949-1004
BAu-5	2075	1135	2130	1166	2130-2250	1166-1232
BAu-6	1845	1007	1915	1046	1915-2050	1046-1121
BVAu-2	1635	891	1635	891	1635-1850	891-1010
BVAu-3	1814	990	1850	1010	1850-1950	1010-1072
BVAu-4	1740	949	1740	949	1740-1840	949-1004
BVAu-7	2015	1102	2050	1121	2050-2110	1121-1154
BVAu-8	2190	1200	2265	1240	2265-2325	1240-1274
BVAu-9	1814	990	1850	1010	1850-1940	1010-1060
BVAu-10	1751	955	1778	970	1778-1868	970-1020

ТАБЛИЦА А1
СОЛИДУС, ЛИКВИДУС И ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУР ПАЙКИ
ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классифика- ционное обозначение	Солидус		Ликвидус		Диапазон температур пайки	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
ПАЛЛАДИЙ						
BVPd-1	2245	1230	2255	1235	2255-2285	1235-1252
АЛЮМИНИЙ						
BAISi-2	1070	577	1142	617	1110-1150	599-621
BAISi-3	970	521	1085	585	1060-1120	571-604
BAISi-4	1070	577	1080	582	1080-1120	582-604
BAISi-5	1070	577	1095	591	1090-1120	588-604
BAISi-7	1038	559	1105	596	1090-1120	588-604
BAISi-9	1044	562	1080	582	1080-1120	582-604
BAISi-11	1038	559	1105	596	1090-1120	588-604
МЕДЬ						
BCu-1	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-1a	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-1b	1981	1083	1981	1083	2000-2150	1093-1177
BVCu-IX	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-2	1981	1083	1981	1083	2000-2100	1093-1149
BCu-3	1981	1803	1981	1083	2000-2100	1093-1149
RBCuZn-A	1630	888	1650	899	1670-1750	910-954
RBCuZn-B	1590	866	1620	882	1620-1800	882-982
RBCuZn-C	1590	866	1630	888	1670-1750	910-954
RBCuZn-D	1690	921	1715	935	1720-1800	938-982
BCuP-1	1310	710	1695	924	1450-1700	788-927
BCuP-2	1310	710	1460	793	1350-1550	732-843
BCuP-3	1190	643	1495	813	1325-1500	718-816
BCuP-4	1190	643	1325	718	1275-1450	691-788
BCuP-5	1190	643	1475	802	1300-1500	704-816
BCuP-6	1190	643	1450	788	1350-1500	732-816
BCuP-7	1190	643	1420	771	1300-1500	704-816
BCuP-8	1190	643	1230	666	1230-1270	664-686
BCuP-9	1178	637	1247	675	1190-1280	643-693
НИКЕЛЬ						
BNi-1	1790	977	1900	1038	1950-2200	1066-1204
BNi-1a	1790	977	1970	1077	1970-2200	1077-1204
BNi-2	1780	971	1830	999	1850-2150	1010-1177
BNi-3	1800	982	1900	1038	1850-2150	1010-1177
BNi-4	1800	982	1950	1066	1850-2150	1010-1177
BNi-5	1975	1079	2075	1135	2100-2200	1149-1204
BNi-5a	1931	1065	2111	1150	2100-2200	1149-1204
BNi-5b	1886	1030	2053	1126	2100-2200	1149-1204
BNi-6	1610	877	1610	877	1700-2000	927-1093
BNi-7	1630	888	1630	888	1700-2000	927-1093
BNi-8	1800	982	1850	1010	1850-2000	1010-1093
BNi-9	1930	1055	1930	1055	1950-2200	1066-1204
BNi-10	1780	970	2020	1105	2100-2200	1149-1204
BNi-11	1780	970	2003	1095	2100-2200	1149-1204
BNi-12	1620	880	1740	950	1800-2000	980-1095
BNi-13	1775	970	1980	1080	2000-2150	1095-1175
КОБАЛЬТ						
BCo-1	2050	1120	2100	1149	2100-2250	1149-1232
МАГНИЙ						
BMg-1	830	443	1110	599	1120-1160	604-627

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Солидусы и ликвидусы указаны для расчетного состава каждой классификации.

марка 2 используется для обозначения менее строгих требований к примесям с высоким давлением пара. Присадочные металлы вакуумной марки относятся к категории неразбрызгивающихся металлов. Поэтому в данных технических условиях вакуумные марки уже не подразделяются на неразбрызгивающиеся и разбрызгивающиеся. Примером присадочного металла для использования в вакуумной среде является BVAg-6b, марка 1. Присадочные металлы для использования в вакуумной среде перечислены в таблице 6.

A2.4 Запрос о введении нового класса присадочного металла. Если твердый припой не может быть классифицирован в соответствии с настоящими техническими условиями, фирма-изготовитель может запросить ввести новый класс для данного твердого припоя. Фирма-изготовитель может сделать это в следующем порядке:

(a) Запрос о введении нового класса твердого припоя подается в письменном виде и должен содержать достаточно подробные сведения, позволяющие Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету определить, необходимо ли введение нового класса или достаточно модифицировать уже существующий класс. Запрос, в частности, должен включать в себя следующую информацию:

(1) Все классификационные требования в соответствии с существующими категориями, такие как диапазон химического состава, требования к механическим свойствам, а также требования к определению эксплуатационной пригодности;

(2) Все условия для проведения испытаний для того, чтобы показать, что продукция отвечает требованиям классификации (например, будет достаточно указать, что условия пайки аналогичны условиям для других классов);

(3) Информация по описанию и предполагаемому применению, которая увязывает изделие с существующими классами, для данной секции Приложения;

(4) Предлагаемый "F"-номер ASME, в соответствующих случаях. Без вышеуказанной информации запрос на введение нового класса будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

Без вышеуказанной информации запрос на введение нового класса будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

(b) Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретарь должен:

(1) Присвоить запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать в себя дату получения запроса;

(2) Подтвердить получение запроса и передать идентификационный номер лицу, сделавшему запрос;

(3) Направить копию запроса Председателю Комитета A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(4) Подшить оригинал запроса в архив; и

(5) Внести запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

(c) Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. По истечении 12 месяцев секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателю Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе обработки по прошествии 18 месяцев, считаются необработанными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(d) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Другие публикации выполненных запросов остаются на усмотрение Американского общества сварщиков (AWS).

A3. Приемка

Приемка всех твердых припоев, классифицированных согласно данным техническим условиям, производится в соответствии со стандартом AWS A5.01, *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*, как оговорено в настоящих технических условиях. Любой отбор образцов и испытание, проведения которого покупатель требует от поставщика, для присадочного металла, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должны быть четко оговорены в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01.

В случае отсутствия такого указания в заказе на поставку, поставщик может провести при поставке присадочного металла те испытания, которые он обычно проводит для присадочного металла данного класса, согласно плану F, таблица 1, стандарта AWS A5.01 *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*. Испытания в соответствии с каким-либо другим планом в таблице 1 должны особо оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного присадочного металла должна соответствовать данным требованиям.

A4. Сертификация

Факт размещения классификационных обозначений в соответствии с техническими условиями AWS на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик или изготовитель сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Единственным условием такой сертификации является фактическое проведение изготовителем необходимых согласно ТУ испытаний на представительной выборке поставляемого материала, в результате чего установлено соответствие материала требованиям настоящих технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса, имеющая одинаковый состав. "Сертификация" не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. Основанием для сертификации, требуемой по данным техническим условиям, служат результаты классификационных испытаний вышеуказанной

"представительной выборки" и положения "Программа обеспечения качества изготовителем" согласно AWS A5.01 *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*.

A5. Вентиляция при пайке

A5.1 Количество паров, воздействию которых во время пайки подвергаются паяльщики и операторы процессов пайки, зависит от пяти основных факторов. А именно:

- (a) Размеры помещения, где производится пайка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) Число паяльщиков и операторов процессов пайки, работающих в этом помещении;
- (c) Уровень выделения дымов, газов или пыли, в зависимости от используемых процессов или материалов;
- (d) Близость расположения паяльщиков или операторов процесса пайки к источникам данных паров, исходящих из зон пайки, а также к источникам газов и пыли в рабочем помещении; и
- (e) Вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится пайка.

A5.2 В Американском национальном стандарте ANSI Z49.1, "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах" рассматриваются вопросы вентиляции, которая требуется при выполнении пайки твердым припоем и пайки-сварки. Для выяснения подробностей по этому вопросу следует обратиться к документу Z49.1. Особое внимание в данном документе следует уделить разделу "Вентиляция".

A6. Общие сведения по процессу пайки

A6.1 Во избежание путаницы, вместо терминов "точка плавления" и "точка текучести" используются термины "солидус" и "ликвидус". Термины "солидус" и "ликвидус" имеют следующие определения:

- (a) *солидус* — наивысшая температура, при которой металл или сплав находится в полностью твердом состоянии.⁹
- (b) *ликвидус* — самая низкая температура, при которой металл или сплав находится в полностью жидком состоянии.¹⁰

A6.2 В таблице A1 перечисляются номинальные значения солидуса, ликвидуса и рекомендуемые диапазоны температур пайки для различных твердых припоев. При пайке с помощью некоторых твердых припоев (особенно имеющих широкий диапазон температур между солидусом и ликвидусом) некоторые составляющие присадочных металлов стремятся отделиться в процессе плавления. Составляющая с более низкой температурой будет течь, оставляя за собой неплавящийся остаток или гарнисаж составляющей, плавящейся при более высокой температуре. Как правило, такое явление, называемое "ликвацией", нежелательно, поскольку неплавящийся гарнисаж не будет легко течь в соединение. Однако, при возникновении широкого зазора в соединении присадочный металл, имеющий широкий температурный диапазон, обычно заполняет капиллярное соединение более легко.

⁹ Американское общество сварщиков (AWS) A2 Комитет по определениям и обозначениям, 2001, "Стандартные термины по сварке и их определения", AWS A3.0: 2001, Miami, American Welding Society, п. 36.

¹⁰ Американское общество сварщиков (AWS) A2 Комитет по определениям и обозначениям, 2001, "Стандартные термины по сварке и их определения", AWS A3.0: 2001, Miami, American Welding Society, п. 23.

A6.3 Для пайки необходимо знать целый ряд процедур, которые выходят за рамки настоящего приложения. Более подробную информацию по таким понятиям, как чистка, флюсы для пайки, атмосфера для пайки, зазоры между соединяемыми деталями и т. д. можно получить в *"Справочнике по пайке"*. Кроме того, информацию о порядке пайки особо важных деталей можно получить в стандарте AWS C3.3 *"Рекомендуемая методика конструирования, изготовления и проверки критически важных паяных твердым припоем элементов"*.

A7. Свойства пайки и случаи применения

A7.1 Класс BAg (серебро). Твердые припои класса BAg используются для соединения большинства черных и цветных металлов, за исключением алюминия и магния. Данные присадочные металлы имеют хорошие для пайки свойства и пригодны для предварительного нанесения на соединение или для ручного нанесения на соединение. Несмотря на то, что обычно используются соединения в нахлестку, соединения встык могут использоваться, если применяемые требования это позволяют. Для обеспечения соответствующего капиллярного действия рекомендуется оставлять зазоры между соединяемыми деталями от 0,001 до 0,005 дюйма [от 0,025 до 0,13 мм]. Обычно для большинства металлов требуется использовать флюс.

Если пайка выполняется в защитной атмосфере печи, флюс, как правило, не нужен. Если в печи с защитной атмосферой используются присадочные металлы, содержащие цинк или кадмий, цинк или кадмий испаряются, и химический состав, а также солидус и ликвидус изменяются. В связи с этим, для пайки в печи с защитной атмосферой рекомендуется использовать присадочные металлы, не содержащие кадмий и цинк. Нельзя использовать присадочные металлы, содержащие кадмий и/или цинк, в вакуумной печи.

Присадочные металлы, соответствующие классам BAg-1, BAg-1a, BAg-2, BAg-2a, BAg-3, BAg-27 и BAg-33, содержат кадмий. Необходимо соблюдать особые меры предосторожности, указанные на рис. A2. Остальные классы BAg не содержат кадмий.¹¹

A7.1.1 Твердый припой BAg-1 имеет самый низкий диапазон температур пайки из всех присадочных металлов класса BAg. Он также наиболее свободно течет в капиллярные соединения с узким зазором. Его узкий интервал плавления подходит для быстрых или медленных методов нагрева. Класс BAg-1 более экономичен (меньше содержания серебра) чем класс BAg-1a.

ОПАСНО: Данный присадочный металл содержит кадмий, поэтому пары, образующиеся при его нагревании, являются токсичными. Специальные меры предосторожности, приведенные в разделе, посвященном технике безопасности, как это указано в пункте 18.4 данных технических условий, должны выполняться неукоснительно.

A7.1.2 Твердый припой BAg-1a обладает свойствами, схожими со свойствами BAg-1. BAg-1a имеет более узкий интервал плавления, чем BAg-1, что делает его несколько более жидкотекучим. Он также имеет более высокое соотношение серебро-медь/цинк-кадмий, результирующее в повышенной устойчивости к коррозии в хлористом, сернистом и паровом окружении. Каждый из составов может быть использован, когда

¹¹ Присадочный металл, не содержащий кадмий, содержит специальную добавку кадмия и соответствует техническим условиям AWS в отношении максимального содержания всех прочих элементов, включая кадмий, составляющего 0,15 %.

низкотемпературные, жидкотекучие присадочные металлы являются желательными.

ОПАСНО: Данный присадочный металл содержит кадмий, поэтому пары, образующиеся при его нагревании, являются токсичными. Специальные меры предосторожности, приведенные в разделе, посвященном технике безопасности, как это указано в пункте 18.4 данных технических условий, должны выполняться неукоснительно.

A7.1.3 Твердый припой BAg-2, так же как и BAg-1, является жидкотекучим и пригодным для работ общего назначения. Его расширенный интервал плавления будет весьма полезен, когда зазоры являются широкими или не являются единообразными. За исключением для случаев, когда нагрев является быстрым, необходимо принятие мер предосторожности для предотвращения отделения легкоплавких компонентов вследствие ликвации.

ОПАСНО: Данный присадочный металл содержит кадмий, поэтому пары, образующиеся при нагревании, являются токсичными. Специальные меры предосторожности, приведенные в разделе, посвященном технике безопасности, как это указано в пункте 18.4 данных технических условий, должны выполняться неукоснительно.

A7.1.4 Твердый припой BAg-2a похож на BAg-2, но является более дешевым, по сравнению с BAg-2, поскольку он содержит на 5 % меньше серебра.

ОПАСНО: Данный присадочный металл содержит кадмий, поэтому пары, образующиеся при его нагревании, являются токсичными. Специальные меры предосторожности, приведенные в разделе, посвященном технике безопасности, как это указано в пункте 18.4 данных технических условий, должны выполняться неукоснительно.

A7.1.5 Твердый припой BAg-3 является модификацией BAg-1a с той разницей, что добавлен никель. Он обладает хорошей коррозионной стойкостью в окружении морской воды и в щелочной среде. При использовании совместно с нержавеющей сталью он является ингибитором щелевой (взаимопроникающей) коррозии. Поскольку содержащийся в нем никель улучшает смачиваемость на вольфрамовых насадках инструментов из углеродистых сталей, то наибольшее распространение он имеет для пайки сборок твердосплавных инструментов. Его интервал плавления и низкая текучесть делают BAg-3 пригодным для формирования увеличенных закруглений или заполнения широких зазоров между соединяемыми деталями.

ОПАСНО: Данный присадочный металл содержит кадмий, поэтому пары, образующиеся при его нагревании, являются токсичными. Специальные меры предосторожности, приведенные в разделе, посвященном технике безопасности, как это указано в пункте 18.4 данных технических условий, должны выполняться неукоснительно.

A7.1.6 Твердый припой BAg-4, так же как и BAg-3, широко используется для пайки твердых сплавов, но он течет менее свободно, чем BAg-3. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.7 Твердые припои BAg-5 и BAg-6 кадмия не содержат и являются присадочными металлами, используемыми по большей части для проведения пайки в электротехнической промышленности. Они используются наряду с BAg-7 и BAg-24, в молочной и пищевой промышленности, то есть там, где использование кадмийсодержащих присадочных металлов запрещено. BAg-5 является прекрасным присадочным металлом для пайки латунных элементов (например, корабельные трубопроводы, духовые инструменты, лампы и тому подобное). Поскольку BAg-6 имеет широкий интервал плавления и не является настолько жидкотекучим, как BAg-1 и BAg-2, то он является более подходящим присадочным металлом для заполнения широких зазоров между соединяемыми деталями или формирования увеличенных закруглений.

A7.1.8 Твердый припой BAg-7, не содержащий кадмия аналог BAg-1, является легкоплавким,

обладающим хорошими характеристиками текучести и смачиваемости. BAg-7, как правило, используется для пищевого оборудования, где использование кадмия запрещается, и в случаях, когда тусклый белый цвет улучшает цветовую гармонию с основным металлом, а также для минимизации трещинообразования от коррозии под нагрузкой никелевых сплавов или сплавов на основе никеля при низких паечных температурах.

A7.1.9 Твердый припой BAg-8 является пригодным для пайки в печи, в защитной атмосфере без использования флюса, а также для паечных процедур, требующих наличия флюса. Он обычно используется для меди и медных сплавов. При нахождении в расплавленном состоянии, BAg-8 является весьма текучим и может перетекать через поверхности обрабатываемых изделий в процессе некоторых применений пайки в печи. Он может также применяться для нержавеющей сталей, сплавов на основе никеля, а также для углеродистых сталей, хотя его смачивающее действие по отношению к данным металлам является невысоким. Более высокая температура пайки улучшает текучесть и смачиваемость. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.10 Твердый припой BAg-8a используется для выполнения пайки в защитной атмосфере и является предпочтительным при выполнении пайки дисперсионно-твердеющих и иных нержавеющей сталей в диапазоне от 1400 °F до 1600 °F [от 760 °C до 870 °C]. Содержащийся в нем литий служит для улучшения смачиваемости и для увеличения потока присадочного металла для металлов и сплавов, плохо поддающихся пайке. Наличие лития является особенно полезным для основных металлов, содержащих незначительные количества титана или алюминия. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.11 Твердые припои BAg-9 и BAg-10 используются особенно для соединений стерлингова серебра. Данные присадочные металлы имеют различные температуры пайки. Поэтому их можно использовать для ступенчатой пайки последовательных соединений. После выполнения пайки цвет присадочного металла будет примерно схожим с цветом стерлингова серебра. Данные присадочные металлы кадмия не содержат.

A7.1.12 Твердый припой BAg-13 используется для рабочих температур менее 700 °F [370 °C]. Низкое содержание в нем цинка делает его пригодным для пайки в печи на нижнем конце температурного диапазона и при использовании флюса. В отсутствие флюса в газовой защитной атмосфере или в вакууме, цинк испаряется. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.13 Твердый припой BAg-13a похож на BAg-13, с той разницей, что он не содержит цинк, что является преимуществом, когда выпаривание является нежелательным при выполнении пайки в печи. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.14 Твердый припой BAg-18 является сходным с BAg-8 по своим применениям. Содержащееся в нем олово помогает при смачивании нержавеющей сталей, сплавов на основе никеля и углеродистых сталей. BAg-18 имеет более низкий ликвидус, чем BAg-8, и используется для применений ступенчатой пайки, когда бесфлюсовая пайка является важной. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.15 Твердый припой BAg-19 используется для тех же вариантов применения, что и BAg-8a. BAg-19 зачастую используется для применений при повышенной температуре пайки, когда дисперсионно-отверждающая термическая обработка и пайка объединяются. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.16 Твердый припой BAg-20 обладает хорошими характеристиками текучести и смачиваемости и имеет диапазон температур пайки более высоких, чем распространенные составы Ag-Cu-Zn-Cd. Ввиду обнаружения хороших паячных свойств и экономии серебра, в стадии разработки находятся новые варианты применения данного присадочного металла. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.17 Твердый припой BAg-21 используется при выполнении пайки нержавеющей стали серии AISI 300 и 400, а также дисперсионно-твердеющих никелевых и стальных сплавов. BAg-21 в особенности хорошо подходит для пайки в печи, в защитной атмосфере, поскольку, из-за отсутствия цинка и кадмия, он не требует наличия флюса для выполнения надлежащей пайки, когда температура составляет 1850 °F (1010 °C) или является более высокой. Он требует повышенной температуры пайки и растекается довольно медленно. Обогащенный никелем слой (гало, ободок) сформированный вдоль кромок закругления в процессе плавления, и поток присадочного металла, предотвращают шеллеву (взаимопроникающую) коррозию нержавеющей стали. Это является особенно важным для сталей серии 400, которые не содержат никель и, следовательно, являются более чувствительными к шелевой (взаимопроникающей) коррозии. BAg-21 использовался для пайки лопаток газотурбинных двигательных авиационных установок, выполненных из нержавеющей стали. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.18 Твердый припой BAg-22 является низкотемпературным присадочным металлом с улучшенными характеристиками смачивания, в особенности при пайке вольфрамовых высокопрочных инструментов. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.19 Твердый припой BAg-23 является высокотемпературным жидкотекучим присадочным металлом, который можно использовать как для пайки с нагревом пламенем, так и для пайки в печи в защитной атмосфере. Данный присадочный металл в основном используется при выполнении пайки нержавеющей стали, а также сплавов на основе никеля и кобальта, предназначенных для применения в условиях высоких температур. Если данный присадочный металл используется в атмосфере глубокого вакуума, неизбежной является потеря марганца, ввиду его высокого парциального давления парообразования. Таким образом, пониженное давление/вакуум, произведенные подложкой и потоком из инертного газа для генерации вакуума в 500–2000 микрон является желательным при пайке с использованием данного присадочного металла. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.20 Твердый припой BAg-24 является легкоплавким, жидкотекучим твердым припоем, пригодным для использования при соединении нержавеющей стали серии 300 (в частности, это относится к пищевому и госпитальному оборудованию) и небольших вольфрамовых вставок в режущих инструментах. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.21 Твердый припой BAg-26 является твердым припоем с низким содержанием серебра, пригодным для пайки углеродистых и нержавеющей сталей. Данный присадочный металл характеризуется низкой температурой пайки, хорошей смачиваемостью и текучестью с умеренными напряжениями в соединениях при использовании с указанными основными металлами. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.22 Твердый припой BAg-27 похож на BAg-2, но имеет более низкое содержание серебра и является

несколько более подверженным разжижению, вследствие расширенного интервала плавления.

ОПАСНО: Данный присадочный металл содержит кадмий, поэтому пары, образующиеся при его нагревании, являются токсичными. Специальные меры предосторожности, приведенные в разделе, посвященном технике безопасности, как это указано в пункте 18.4 данных технических условий, должны выполняться неукоснительно.

A7.1.23 Твердый припой BAg-28 имеет пониженную температуру пайки с уменьшенным интервалом плавления, чем прочие группы, не содержащие кадмия, и с примерно одинаковым содержанием серебра. BAg-28 также имеет жидкотекучие характеристики. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.24 Твердый припой BAg-33 был разработан для минимизации температуры пайки для присадочного металла, содержащего 25 % серебра. Он обладает меньшим ликвидусом и, следовательно, более узким интервалом плавления, чем BAg-27. Его более высокое общее содержание цинка плюс содержание кадмия может потребовать больших забот в процессе выполнения пайки.

ОПАСНО: Данный присадочный металл содержит кадмий, поэтому пары, образующиеся при его нагревании, являются токсичными. Специальные меры предосторожности, приведенные в разделе, посвященном технике безопасности, как это указано в пункте 18.4 данных технических условий, должны выполняться неукоснительно.

A7.1.25 Твердый припой BAg-34 является присадочным металлом с жидкотекучими характеристиками. Его диапазон температур пайки примерно равен диапазону материалов BAg-2 и BAg-2a, что делает его идеальным заменителем для упомянутых присадочных металлов. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.26 BAg-35 является присадочным металлом, который используется для выполнения пайки ферритных и неферритных основных металлов. Он является среднетемпературным присадочным металлом, который часто используется для изготовления паяных изделий. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.27 BAg-36 является низкотемпературным присадочным металлом, пригодным для выполнения пайки ферритных и неферритных основных металлов. Его пониженная температура пайки делает его полезным заменителем для разных кадмийсодержащих групп. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.1.28 Твердый припой BAg-37 зачастую используется для пайки стали, меди и латуни. Низкое содержание серебра делает его экономичным присадочным металлом, пригодным для применений, когда пониженная пластичность является приемлемой. Данный присадочный металл кадмия не содержит.

A7.2 ВАу Группа (золото). Твердые припои группы ВАу используются для пайки твердым припоем металлов на основе железа, никеля и кобальта, когда требуется улучшенная пластичность или повышенная устойчивость к окисдации и коррозии. Вследствие их низкой степени взаимодействия с основным металлом, они обычно используются для тонких основных металлов. Данные присадочные металлы обычно используются при индукционной, печной или контактной пайке в защитной атмосфере. В таких случаях нет необходимости в использовании какого-либо флюса. Дополнительная информация приводится в AWS A5.31, "Технические условия на флюсы для пайки твердым припоем и пайки-сварки", или "Руководстве по выполнению пайки AWS (Американское общество сварщиков)", Глава 4, "Флюсы и Атмосфера."

A7.2.1 Твердые припои ВАу-1, ВАу-2 и ВАу-3, при использовании для различных соединений в

одной и той же сборке, допускают вариации в температуре пайки, поэтому является возможным использовать ступенчатую пайку.

A7.2.2 Твердый припой ВАu-4 используется для пайки широкого диапазона высокотемпературных сплавов на основе железа и никеля.

A7.2.3 Твердый припой ВАu-5, прежде всего, используется для соединения основных металлов с повышенной устойчивостью к высокой температуре и коррозии, когда требуются коррозионно-устойчивые соединения с хорошей прочностью при высоких температурах. Данный присадочный металл хорошо подходит для пайки в печи в среде защитной атмосферы (включая вакуум).

A7.2.4 Твердый припой ВАu-6 прежде всего используется для соединения суперсплавов на основе железа и никеля, предназначенных для работы при повышенных температурах. Данный присадочный металл хорошо подходит для пайки в печи в среде защитной атмосферы (включая вакуум).

A7.3 BAlSi Группа (алюминий-кремний). Твердые припои группы BAlSi используются для соединения следующих марок алюминия и алюминиевых сплавов: 1060, 1350, 1100, 3003, 3004, 3005, 5005, 5050, 6053, 6061, 6951, 7005, а также литейных сплавов 710.0 и 711.0. Зазоры между соединяемыми деталями от 0,002 дюйма до 0,008 дюйма [от 0,05 мм до 0,20 мм] являются обычными для элементов, чей нахлест составляет менее, чем 0,25 дюйма [6,4 мм]. Зазоры между соединяемыми деталями вплоть до диапазона 0,008 дюйма до 0,010 дюйма [от 0,20 мм до 0,25 мм] используются для элементов, чей нахлест превышает 0,25 дюйма [6,4 мм].

Наличие флюса является основополагающим для всех процессов, за исключением для пайки алюминия в вакууме при зазоре от 0,000 дюйма до 0,002 дюйма [от 0,00 мм до 0,05 мм], что рекомендуется. После выполнения пайки с использованием флюса спаянные части необходимо тщательно очистить. Погружение в кипящую воду в основном удаляет отложения. Если этого оказывается недостаточным, части обычно погружаются в раствор концентрированной промышленной азотной кислоты или раствор иной подходящей кислоты с тщательным последующим споласкиванием.

A7.3.1 Твердый припой BAlSi-2 является доступным в листах, а также в качестве плакирования на одной или обеих сторонах паечного листа, имеющего сердцевину из алюминиевого сплава или 3003 или 6951. Обычно он используется только для пайки в печи и пайки погружением.

A7.3.2 BAlSi-3 является твердым припоем общего назначения. Он используется при всех паечных процессах, для некоторых литейных сплавов, и когда ограниченная текучесть является желательной.

A7.3.3 BAlSi-4 является твердым припоем общего назначения. Он используется при всех паечных процессах, требующих жидкотекучего присадочного металла и хорошей коррозионной стойкости.

A7.3.4 Твердый припой BAlSi-5 является доступным в качестве листа и в качестве плакировки на одной стороне или на обеих сторонах паечного листа, имеющего сердцевину из алюминиевого сплава 6951. BAlSi-5 используется для пайки в печи и пайки погружением при температурах более низких, чем для BAlSi-2. Сердцевина из сплава, включенная в паечный лист с данной плакировкой из присадочного металла, может быть термически обработана с использованием раствора и состарена.

A7.3.5 BAlSi-7 является присадочным металлом, пригодным для выполнения пайки в вакууме. Он является доступным в качестве плакировки на одной

или обеих сторонах паечного листа, имеющего сердцевину из алюминиевого сплава 3003 или 6951. Сердцевина из алюминиевого сплава 6951 может быть термически обработана с использованием раствора и подвергнута старению после выполнения пайки. Данный присадочный металл содержит дополнительное количество магния, который используется в качестве связки кислорода для улучшения качества пайки.

A7.3.6 BAlSi-9 является присадочным металлом, пригодным для выполнения пайки в вакууме. Он является доступным в качестве плакирования на одной или обеих сторонах паечного листа, имеющего сердцевину из алюминиевого сплава 3003, и обычно используется для применения в теплообменниках для соединения ребер, изготовленных из алюминиевых сплавов серии 5000 или 6000. Данный присадочный металл содержит дополнительное количество магния, который используется в качестве связки кислорода для улучшения качества пайки.

A7.3.7 BAlSi-11 является плакировкой паечного листа на одной или двух сторонах сплава 3105 для формирования композитного листа, пригодного для пайки в вакууме. Он имеет своим назначением пайку в многозоновой печи, в которой уровень вакуума изменяется один раз или более в процессе цикла выполнения пайки. Состав может быть использован в объемных вакуумных печах; однако, вакуумный лист, пригодный для пайки с сердцевиной 3003, является более устойчивым к эрозии. Максимальная температура пайки для состава BAlSi-11/3105 равна 1110 °F [595 °C]. Данный присадочный металл содержит дополнительное количество магния, который используется в качестве связки кислорода для улучшения качества пайки.

A7.4 Классификационная группа BCuP (медь - фосфор). Твердый припой классификационной группы BCuP используется, в первую очередь, для соединения меди и ее сплавов, хотя и имеет ограниченное применение для серебра, вольфрама и молибдена. Этот твердый припой нельзя использовать для сплавов на основе железа или никеля, или для сплавов меди и никеля с содержанием никеля более 10 %, поскольку на границе раздела припой - основной металл образуются хрупкие интерметаллидные соединения. Эти твердые припои применимы для всех процессов пайки. Эти твердые припои обладают самоочищающим свойством при использовании с медью; однако, рекомендуется применение флюса при использовании со всеми остальными основными металлами, включая сплавы меди. Коррозионная стойкость удовлетворительная, за исключением случаев, когда соединение находится в контакте с серосодержащей атмосферой. Необходимо отметить, что диапазон температур пайки начинается ниже ликвидуса (см. таблицу A1).

A7.4.1 Твердые припои BCuP-2 и BCuP-4 очень текучи при температурах пайки и проникают в соединения с малыми зазорами. Наилучшие результаты получаются при зазорах от 0,001 дюйма до 0,003 дюйма [от 0,03 мм до 0,08 мм].

A7.4.2 Твердые припои BCuP-3 и BCuP-5 можно использовать, когда невозможно удержать узкий зазор между соединяемыми деталями. Рекомендуются зазоры от 0,002 дюйма до 0,005 дюйма [от 0,05 мм до 0,13 мм].

A7.4.3 Твердый припой BCuP-6 сочетает некоторые из свойств BCuP-2 и BCuP-3. Он уместен для заполнения широких зазоров между соединяемыми деталями в нижней части его диапазона температур пайки. В верхней части этого диапазона он более текуч. Рекомендуются зазоры от 0,002 дюйма до 0,005 дюйма [от 0,05 мм до 0,13 мм].

A7.4.4 Твердый припой BCuP-7 несколько более текуч, чем BCuP-3 или BCuP-5 и имеет более низкую температуру ликвидуса. Он широко используется в виде предварительно размещаемых колец при пайке теплообменников и для трубных соединений. Рекомендуются зазоры от 0,002 дюйма до 0,005 дюйма [от 0,05 мм до 0,13 мм].

A7.4.5 Твердый припой BCuP-8 наиболее текуч и имеет самую низкую температуру пайки в серии твердых припоев BCuP. Он используется, в первую очередь, для малых зазоров, от 0,001 дюйма до 0,003 дюйма [от 0,025 мм до 0,075 мм].

A7.4.6 Твердый припой BCuP-9 используется для пайки меди, латуни и бронзы. Добавление кремния снижает температуру плавления и дает пайку серебристого цвета, которая не подвержена потемнению из-за окисления в процессе охлаждения. Он также обеспечивает возможность получения большого заплеочки или оболочки вокруг узла. Включение фосфора обеспечивает припою свойство самоочистки при работе с медью. При пайке латуни или бронзы требуется флюс. Рекомендуются зазоры между соединяемыми деталями от 0,002 дюйма до 0,005 дюйма [от 0,051 мм до 0,127 мм].

A7.5 Классификационные группы BCu и RBCuZn (медь и медь - цинк). Твердые припои классификационных групп BCu и RB-CuZn используются для соединения различных черных и цветных металлов. Они также могут использоваться для различных процессов пайки. Однако при работе с припоем RBCuZn следует избегать перегрева. Из-за захватывания паров цинка в соединении могут образовываться полости.

A7.5.1 Твердый припой BCu-1 используется для соединения черных металлов, сплавов на основе никеля и сплавов меди и никеля. Он очень текуч и часто используется при пайке в печи в защитной атмосфере частично сгоревшего природного газа, водорода, диссоциированного аммиака или атмосфере на основе азота, обычно при отсутствии флюса. При работе с металлами, составной частью которых является трудно восстанавливаемый оксид (хрома, марганца, кремния, титана, ванадия и алюминия), может потребоваться флюс. Флюс также может использоваться при работе с основными металлами, содержащими цинк, для замедления испарения. При работе с основными металлами, содержащими титан и алюминий, используется атмосфера вакуума или электролитическое никелирование, или и то и другое. Минеральные флюсы нельзя использовать в атмосфере вакуума.

A7.5.2 Твердый припой BCu-1a имеет форму порошка аналогично BCu-1. Его применение и использование аналогично BCu-1.

A7.5.3 Твердый припой BCu-1b обладает очень высокой текучестью. Наиболее часто он используется при пайке в печи в защитной атмосфере частично сгоревшего газа, водорода, диссоциированного аммиака или атмосфере на основе азота, обычно, при отсутствии флюса.

A7.5.4 Твердый припой BCu-2 поставляется в виде суспензии окиси меди в органическом растворителе. Его применение аналогично применению BCu-1 и BCu-1a.

A7.5.5 Твердые припои BCu-3 аналогичны BCu-1 и может использоваться для соединения черных металлов, сплавов на основе никеля и сплавов меди и никеля. Он очень текуч и часто используется при пайке в печи в защитной атмосфере частично сгоревшего природного газа, водорода, диссоциированного аммиака или атмосфере на основе азота, обычно при отсутствии флюса. При работе с металлами, составной частью которых является трудно восстанавливаемый оксид (хрома, марганца, кремния, титана, ванадия и алюминия), может потребоваться флюс. Однако для работы с основными металлами, содержащими хром, марганец или кремний, пригодны вакуумная атмосфера и атмосферы сухого водорода, аргона и диссоциированного аммиака. Флюс также может использоваться при работе с основными металлами, содержащими цинк, для замедления испарения. При работе с основными металлами, содержащими титан и алюминий, используется атмосфера вакуума или электролитическое никелирование, или и то и другое. Минеральные флюсы нельзя использовать в атмосфере вакуума.

A7.5.6 Твердый припой RBCuZn-A¹² используется при работе со сталью, медью, медными сплавами, никелем, никелевыми сплавами и нержавеющей сталью, когда коррозионная стойкость не важна. Он используется при пайке с помощью горелки, при пайке в печи и при пайке с индукционным нагревом. В общем случае требуется флюс, а наиболее часто используемым флюсом является смесь буры и борной кислоты. Допустимы зазоры от 0,002 дюйма до 0,005 дюйма [от 0,05 мм до 0,13 мм].

A7.5.7 Прутки для пайки-сварки RBCuZn-B¹³ (малодеформатная латунь-никель) аналогичны пруткам RBCuZn-A, но содержат добавки железа и марганца, служащие для уменьшения твердости и прочности. Кроме того, небольшое количество кремния (от 0,04 % до 0,20 %) служит для регулирования испарения цинка, обеспечивая "малодеформатные" свойства. Добавка никеля (от 0,2 % до 0,8 %) обеспечивает равномерное распределение железа в наплавленном слое.

Этот припой используется для пайки и пайки-сварки стали, чугуна, меди, медных сплавов, никеля, никелевых сплавов и нержавеющей стали. Твердый припой RBCuZn-B также используется для наплавления на поверхность стали. Он используется при пайке с помощью горелки, при пайке в печи и при пайке с индукционным нагревом. Флюс и зазоры между соединяемыми деталями те же, что и для RBCuZn-A.

A7.5.8 Твердый припой RBCuZn-C¹⁴ используется при работе со сталью, медью, медными сплавами, никелем, никелевыми сплавами и нержавеющей сталью. Он используется при пайке с помощью горелки, при пайке в печи и при пайке с индукционным нагревом. Требуется флюс, и наиболее часто используемым флюсом является смесь буры и борной кислоты. Допустимы зазоры от 0,002 дюйма до 0,005 дюйма [от 0,05 мм до 0,13 мм].

¹² Для получения дополнительной информации см. AWS A5.31, Технические условия на флюсы для пайки и пайки-сварки, или Справочник по пайке AWS, глава 4, "Флюсы и атмосферы."

¹³ См. сноску 12.

¹⁴ См. сноску 12.

A7.5.9 Твердый припой RBCuZn-D^{15} (известный, как нейзильбер) используется, в первую очередь, для пайки карбида вольфрама. Он также используется при работе со сталью, никелем и никелевыми сплавами. Он может использоваться для всех процессов пайки. Этот припой непригоден для пайки в печи в защитной атмосфере.

A7.6 Классификационная группа BNi (никель). Твердые припои классификационной группы BNi обычно используются в силу их коррозионной стойкости и теплостойкости. Твердые припои BNi обладают отличными свойствами для высокотемпературных применений. Они также могут удовлетворительно использоваться для применений, работающих при комнатных температурах и для применений, температуры которых равны температурам жидкого кислорода, гелия или азота. Наилучшее качество может быть получено при пайке в атмосфере, являющейся восстановительной и для основного металла и для твердого припоя. Узкие зазоры между соединяемыми деталями и циклы температурной диффузии после пайки часто используются для минимизации наличия интерметаллидных смесей, уменьшения хрупкости соединения и увеличения температуры повторного плавления. При законченной диффузии температура повторного плавления может быть повышена до 2500°F [1370°C].

При использовании твердых припоев BNi при пайке с помощью горелки, в печи с воздушной атмосферой и для пайки с индукционным нагревом необходимо использовать подходящие флюсы. Твердые припои BNi особенно уместны для вакуумных систем и электронных ламп, из-за их низкого давления паров. Ограничивающим металлическим элементом при использовании для вакуумных применений является хром. Необходимо отметить, что при объединении фосфора с некоторыми другими элементами, такие смеси имеют очень низкое давление паров и могут быть успешно использованы при пайке в атмосфере вакуума при давлении 1×10^{-3} тор [$0,13 \text{ Па}$] при 1950°F [1066°C] без удаления фосфора. Большая прочность и пластичность в этой группе твердых припоев достижимы при диффузионной пайке.

A7.6.1 Твердый припой BNi-1 был первым из разработанных никелевых припоев. Наличие никеля, хрома и железа делают его пригодным для пайки таких основных металлов, как никель, хром и железо. Из-за того, что в нержавеющей стали серии 300 высокое содержание углерода обычно нежелательно с точки зрения коррозии, высокое содержание углерода в BNi-1 делает его нежелательным для применения при пайке нержавеющей стали. Однако результаты теста Штрауса (Strauss test) не показывают никакого отрицательного влияния при использовании с такими основными металлами, как нержавеющая сталь 347 Американского института черной металлургии, поскольку углерод уже связан хромом в припое.

A7.6.2 Твердый припой BNi-1a представляет собой низкоуглеродную марку BNi-1 с аналогичным химическим составом, за исключением того, что при указанном содержании углерода 0,06 % максимум, его реальное содержание обычно составляет 0,03 % или меньше. Хотя содержание углерода ниже, результаты испытаний на коррозию по Strauss и Huee не являются лучшими, чем для соединений, выполненных с помощью BNi-1. Этот твердый припой обеспечивает большую прочность соединения, но менее текуч, чем BNi-1.

A7.6.3 Твердый припой BNi-2 имеет более низкий и более узкий интервал плавления и лучшие характеристики текучести, чем BNi-1. Эти характеристики делают этот припой наиболее широко используемым из никелевых твердых припоев.

A7.6.4 Твердый припой BNi-3 используется для тех же применений, что и BNi-1 и BNi-2 и менее чувствителен к косвенно защитным атмосферам (включая вакуум). BNi-3 представляет собой твердый припой Ni-Si-B, который не содержит хрома.

A7.6.5 Твердый припой BNi-4 аналогичен, но более пластичен, чем BNi-3. Он используется для формирования больших закруглений или соединений, где присутствует большая кривизна зазоров между соединяемыми деталями.

A7.6.6 Твердый припой BNi-5 используется для применений, аналогичных применениям BNi-1, за исключением того, что он может использоваться в некоторых областях ядерных применений, в которых недопустимо присутствие бора.

A7.6.7 BNi-5a представляет собой модифицированный состав BNi-5 с пониженным содержанием кремния и с небольшим добавлением бора. Наличие бора исключает применение этого сплава для ядерных приложений. В остальном применение аналогично применению BNi-5. Могут быть получены высокопрочные соединения. Материал BNi-5a может использоваться вместо BNi-1, когда требуется пониженный уровень содержания бора. Типовым применением является напайка мелкоячеистой сотовой структуры на несущие детали из тонколистового металла.

A7.6.8 BNi-5b представляет собой модификацию состава BNi-5 с пониженным содержанием хрома. Наличие бора исключает применение этого сплава для ядерных приложений. В остальном применение аналогично применению BNi-5. Могут быть получены высокопрочные соединения. Материал BNi-5b может использоваться вместо BNi-1, когда требуется пониженный уровень содержания бора.

A7.6.9 Твердый припой BNi-6 обладает очень высокой текучестью. Он используется в косвенно защитных атмосферах и для пайки низкоуглеродистых сталей в экзотермических атмосферах.

A7.6.10 Твердый припой BNi-7 используется для пайки сотовых структур, узлов из тонкостенных труб и других конструкций, используемых при высоких температурах. Он рекомендуется для ядерных применений, где не может использоваться бор. Наилучшие результаты получаются при пайке в печи. Микроструктура и пластичность соединения улучшаются с увеличением времени выдержки при температуре пайки.

A7.6.11 Твердый припой BNi-8 используется для пайки сотовых структур и для нержавеющей стали и других коррозионно-стойких основных металлов. Так как данный присадочный металл имеет высокое процентное содержание марганца, должны применяться специальные методы пайки. Поскольку оксиды марганца более восприимчивы, чем хром, атмосферы для пайки из водорода, аргона и гелия должны быть чистыми и очень сухими, с точкой росы -70°F [-57°C] или ниже. Атмосфера вакуума должна использовать парциальное давление сухого аргона или азота, а печь должна обладать малой скоростью утечки для обеспечения очень низкого парциального давления кислорода.

¹⁵ См. сноску 12.

Необходимо отметить, что химический состав и характеристики плавления этого припоя изменяются, когда марганец окисляется или испаряется при пайке в атмосфере газа или вакуума. Однако влияние марганца не является важным в атмосфере должного качества.

A7.6.12 Твердый припой BNi-9 представляет собой эвтектический припой на основе никеля-хрома-бора. Поскольку бор обладает малым диаметром молекулы, он быстрее диффундирует из паяного соединения, оставляя в соединении более пластичный сплав никеля и хрома, наряду с элементами, которые диффундируют из основного металла в соединении, такими, как алюминий, титан и т. д. В зависимости от времени диффузии и температуры, температура повторного плавления соединения может составлять более 2500 °F [1370 °C], и, в зависимости от основного металла, твердость по Бринеллю может составлять 70. При увеличении времени диффузии вокруг соединения могут нарастать зерна, которые могут обнаружиться во всем основном металле. Единственные температуры солидуса и ликвидуса (эвтектика) исключают вероятность ликвации и, таким образом, способствуют при пайке тонких сечений, требующих медленного нагрева.

A7.6.13 Твердый припой BNi-10 представляет собой высокопрочный материал для высокотемпературных применений. Усиливающим элементом матрицы является вольфрам, что делает этот припой пригодным для пайки основных металлов, содержащих кобальт, молибден и вольфрам. Этот припой имеет широкий интервал плавления. Он может использоваться для пайки трещин в камерах сгорания толщиной 0,020 дюйма [0,5 мм]. Пайка приводит к наплавке слоя припоя вокруг соединения, что служит в качестве дополнительного усиления, в то время, как более легкоплавкая составная часть достаточно жидка, чтобы затечь в тонкую трещину и обеспечить хорошую пайку.

A7.6.14 Твердый припой BNi-11 представляет собой прочный материал для паяных изделий для высокотемпературных применений. Усиливающий элемент в виде вольфрамовой матрицы делает его пригодным для пайки основных металлов, содержащих кобальт, молибден и вольфрам. Благодаря широкому интервалу плавления он пригоден для нескольких более высоких, чем нормальные, зазоров при пайке.

A7.6.15 Твердый припой BNi-12 разработан для улучшения сопротивления окислению и коррозионной стойкости паяного соединения. Он рекомендуется для ядерных применений, в которых не могут использоваться припои, содержащие бор. Этот припой также используется для покрытия таких основных металлов, как медь для защиты от окисления при температурах до 1500 °F [816 °C]. Наилучшие результаты получаются при использовании процедуры пайки в печи. Микроструктура, прочность и пластичность соединения улучшаются с увеличением времени и/или температуры пайки.

A7.6.16 Твердый припой BNi-13 разработан для улучшения коррозионной стойкости паяного соединения. В особенности он используется для пайки нержавеющей стали серии 300, когда при некоторых условиях имеет место межповерхностная коррозия. Для получения наилучших результатов цикл пайки должен быть как можно короче при возможно более низкой температуре пайки. В качестве альтернативы используется процесс диффузионной пайки, а паяное изделие выдерживается при наивысшей практически применимой температуре пайки до двух часов.

A7.7 Классификационная группа BCo (кобальт). Твердые припои классификационной группы BCo-1 используются в основном в силу их высокотемпературных свойств и их совместимости с основными металлами на основе сплавов кобальта.

A7.8 Классификационная группа BMg (магний). Твердый припой BMg-1 используется для соединения магниевых сплавов AZ10A, K1A и M1A.

A7.9 Припои для вакуумных применений. Твердые припои, перечисленные в таблице 6, специально проверены для применения при производстве высококачественных электронных приборов, когда срок службы и эксплуатационные характеристики имеют первостепенную важность. Твердые припои для вакуумных применений должны использоваться для пайки в защитной атмосфере высокой чистоты для обеспечения чистоты припоя и для гарантии правильности процесса пайки и качества полученного паяного изделия. При некоторых применениях очень важно, чтобы твердый припой не разбрызгивался в области, прилегающей непосредственно к соединению. По этой причине настоящие технические условия включают требования к испытанию на разбрызгивание, описанные в секции 12, "Испытание на разбрызгивание", для классификационной группы для вакуумных применений.

В дополнение к этим твердым припоям, проверенным и классифицированным для вакуумных применений, для этих применений могут также использоваться твердые припои BCo-1 и все BNi-xx, за исключением BNi-8, хотя они не требуют испытаний в соответствии с секцией 12, "Испытания на разбрызгивание", и не классифицированы, как альтернативные в настоящих технических условиях, как BVxx-xx, марка у.

A8. Отмененные классификационные группы

При переходе от одной редакции настоящих технических условий к другой, некоторые классификационные группы были отменены. Это явилось результатом изменений в промышленной практике или изменений системы классификации, используемой в настоящих технических условиях. Классификационные группы, которые были отменены, перечислены в таблице A2, вместе с указанием года, в котором они в последний раз были включены в технические условия.

A9. Специальная маркировка

Полосы, проволока и стержни могут быть идентифицированы путем нанесения клеймения или надпечатки на поверхность твердого припоя. Проволока в катушках, которая слишком мала для маркировки клеймением или надпечаткой, может быть идентифицирована путем нанесения надписи светостойкими чернилами на фланец катушек и на внутреннюю и внешнюю поверхности транспортных контейнеров. Предварительно сформированные кольца могут быть идентифицированы путем нанесения маркировки светостойкими чернилами на металлические поверхности, или, если они уложены в отдельные пакеты, на пакеты. Порошковые материалы могут быть идентифицированы путем нанесения маркировки на внутренний контейнер. Светостойкие чернила должны быть устойчивы к воздействию масел, растворителей и всех атмосферных воздействий, а также к естественному износу и задирам при транспортировке и обращении.

ТАБЛИЦА A2
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ ТВЕРДЫХ
ПРИПОЕВ

Классификационное обозначение AWS	Дата последней публикации в A5.8
RBCuZn-1	1952
RBCuZn-2	1952
RBCuZn-3	1952
RBCuZn-4	1952
RBCuZn-5	1952
RBCuZn-6	1952
RBCuZn-7	1952
BAGMn	1956
BAISi-1	1956
BNiCr	1956
BCuAu-1	1956
BCuAu-2	1956
BAG-11	1962
BMg2	1962
BMg2a	1976
BAISi-6	1981
BAISi-8	1981
BAISi-10	1981
BAG-25	1981
RBCuZn-E	1981
RBCuZn-F	1981
RBCuZn-G	1981
RBCuZn-H	1981
BCuP-1	1992
BAg-12 BAg-14 BAg-15 BAg-16 BAg-17	Комитет постановил отменить использование этих цифровых обозначений, так как они уже были неправильно приведены в другой публикации.

Маркировка путем использования группы клейменных точек не допускается.

A10. Общие положения техники безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ: Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в приложении, раздел A5. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные в п. A10.1; ANSI Z49.1, "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах", а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

A10.1 Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности. Бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Их можно загрузить и распечатать непосредственно с Интернет-сайта AWS <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

Номер	Наименование
1	Пары и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных аэрозолях
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на этикетках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Электрокардиостимуляторы и сварочные работы
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Плановые остановки и маркировка оборудования
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металллизации
21	Контактная точечная сварка
22	Выделение кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: Безопасное обращение и применение
25	Отравление парами металла

A11. Общая информация на этикетке

A11.1 Пример минимальной информации о мерах предосторожности в соответствии с требованиями ANSI Z49.1:1999 приведен на рис. A1.

A11.2 Пример информации о мерах предосторожности при работе с присадочными металлами, содержащими кадмий (например, BAg-1, BAg-1a, BAg-2, BAg-2a, BAg-3, BAg-27 и BAg-33) приведен на рис. A2.

**РИС. А1 ИНФОРМАЦИЯ ПО МЕРАМ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПАЙКЕ И РАБОТЕ С
СООТВЕТСТВУЮЩИМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может привести к повреждению глаз и вызвать ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед работой прочтите и уясните инструкции изготовителя, паспорта безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма.
- Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Применяйте подходящие средства защиты глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- См. национальный стандарт США ANSI Z49.1, "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах", опубликованный AWS, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126, Стандарты OSHA по технике безопасности и охране труда, имеющиеся в Правительственной типографии США, Начальник управления документации, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ

Источник: Американский национальный институт стандартов, Аккредитованный комитет по стандартам Z49, 1999, "Сварка, резка и сопутствующие процессы. Техника безопасности", ANSI Z49.1:1999, Miami: American Welding Society, рис. 1.

**РИС. А2 ИНФОРМАЦИЯ ПО МЕРАМ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ТВЕРДЫМИ
ПРИПОЯМИ, СОДЕРЖАЩИМИ КАДМИЙ**

ОПАСНО: СОДЕРЖИТ КАДМИЙ

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ ЯДОВИТ И СМЕРТЕЛЬНО ОПАСЕН

- Перед работой прочтите и уясните инструкции изготовителя, паспорта безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не вдыхайте дым. Следует избегать даже краткого воздействия высоких концентраций.
- Используйте достаточную вентиляцию, вытяжку на рабочем месте, или и то, и другое для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения. При невозможности выполнить данное условие пользуйтесь респираторами с подачей воздуха.
- Удалите детей из рабочего помещения.
- См. национальный стандарт США ANSI Z49.1, "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах", опубликованный AWS, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126, Стандарты OSHA по технике безопасности и охране труда, имеющиеся в Правительственной типографии США, Начальник управления документации, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954.

Первая помощь: При появлении боли в груди, одышки, кашля или жара в результате работы немедленно обратитесь за медицинской помощью.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ

Источник: Американский национальный институт стандартов, Аккредитованный комитет по стандартам Z49, 1999, "Сварка, резка и сопутствующие процессы. Техника безопасности", ANSI Z49.1:1999, Miami: American Welding Society, рис. 3.

Приложение В

Аналитические методы

(Данное Приложение не является частью документа AWS A5.8/A5.8M:2004, "Присадочные металлы для пайки и пайки-сварки. Технические условия", а включено в него только для информации.)

В спорных случаях арбитражным является соответствующий аналитический метод, описанный в документе *"Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов" (I): С 571-Е 354 в Ежегодном сборнике стандартов ASTM, а также "Химический анализ металлов, руд и сопутствующих материалов" (II): от Е 356 до последнего раздела; "Молекулярная спектроскопия"; "Анализ поверхности", в Ежегодном сборнике стандартов ASTM, или в соответствии с указаниями, содержащимися в настоящем приложении.*

Предлагаются следующие методы анализа различных элементов в серебряных твердых припоях:

Определение фосфора в серебряных и медных твердых припоях

Диапазон значений содержания фосфора: менее 0,030 %, колориметрический метод с ванадиевокислым реактивом в соответствии с ASTM E 78, *"Стандартные методы спектрографического анализа серебра методом порошков"*.

Диапазон значений содержания фосфора: от 4,0 % до 8,0 %, гравиметрическое определение в виде пирофосфата магния в соответствии с ASTM E 1371 - 90, *"Гравиметрическое определение фосфора в фосфористых медных сплавах и фосфористых медно-серебряных сплавах"*.

Определение лития в серебряных твердых припоях

Диапазон значений содержания лития: менее 5 %, атомная абсорбция в соответствии с ASTM E 663, *"Методика проведения анализа методом пламенной атомной абсорбции"*.

Определение марганца в серебряных и медных твердых припоях

Диапазон значений содержания марганца: менее 0,1 %, оптическая эмиссионная спектроскопия в соответствии с ASTM E 378, *"Стандартные методы спектрографического анализа серебра методом порошков"*.

Диапазон значений содержания марганца: более 0,1 %, атомная абсорбция в соответствии с ASTM E 663, *"Методика проведения анализа методом пламенной атомной абсорбции"*.

Определение олова в серебряных и медных твердых припоях

Диапазон значений содержания олова: 1 % или менее, оптическая эмиссионная спектроскопия в соответствии с ASTM E 378, *"Стандартные методы спектрографического анализа серебра методом порошков"*.

Диапазон значений содержания олова: свыше 0,1 %, гравиметрический метод в соответствии с документом *"Стандартные методы химического анализа"*, 5-е изд.¹⁶

Определение никеля в серебряных и палладиевых твердых припоях

Диапазон значений содержания никеля: от 0 % до 3,0 %, атомная абсорбция в соответствии с ASTM E 663, *"Методика проведения анализа методом пламенной атомной абсорбции"*.

Диапазон значений содержания никеля: от 3 % до 20 %, гравиметрический метод определения с применением диметилглиоксина, ASTM E 1473, *"Стандартные методы химического анализа никелевых, кобальтовых и жаропрочных сплавов"*.

Определение палладия в серебряных, золотых и палладиевых твердых припоях

Диапазон значений содержания палладия: менее 0,1 %, оптическая эмиссионная спектроскопия, ASTM E 378, *"Стандартные методы спектрографического анализа серебра методом порошков"*.

Диапазон значений содержания палладия: от 1 % до 5 %, атомная абсорбция в соответствии с ASTM E 663, *"Методика проведения анализа методом пламенной атомной абсорбции"*.

Диапазон значений содержания палладия: от 5 % до 90 %, гравиметрический метод в соответствии с документом *"Стандартные методы химического анализа"*, 5-е изд.¹⁷

ПРИМЕЧАНИЕ: Несмотря на то, что ряд вышеперечисленных технических условий утратил силу, эти стандарты по-прежнему используются в качестве руководств по проведению анализа.

¹⁶ Scott, W. W., and N. H. Furman, eds., *Standard Methods of Chemical Analysis*, 5th ed., 1939, New York: D. Van Nostrand.

¹⁷ См. сноски 16.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ГОЛЫЕ СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И ПРИСАДОЧНЫЕ ПРУТКИ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



SFA-5.9/SFA-5.9M



(Идентично техническим условиям AWS A5.9/A5.9M:2006. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классам голых проволочных, ленточных, композиционных (трубчатых и свитых) электродов и присадочных прутков из нержавеющей стали для газо-металлической дуговой сварки, газо-вольфрамовой сварки, дуговой сварки под флюсом, и других способов сварки плавлением. Содержание хрома в этих присадочных материалах составляет не менее 10,5 %, а содержание в них железа превышает содержание любого другого элемента. При анализе содержания в целях классификации содержание железа принимается как балансное, а все другие элементы учитываются по минимальному заданному значению содержания.

1.2 Вопросы и проблемы безопасности и гигиены труда не входят в рамки данного стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь полностью. Некоторая информация по безопасности и гигиене труда приведена в Пунктах A6 и A11 Информативного приложения. Информация по безопасности и гигиене труда доступна из других источников, включая, но не ограничиваясь, ANSI Z49.1, «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах»¹ и действующих федеральных и государственных законов.

1.3 В данных Технических Условиях используются как стандартные единицы измерения США, так и Международная Система Единиц (СИ). Измерения не являются эквивалентными; поэтому, каждая система единиц должна использоваться независимо от другой без комбинирования каким-либо образом. В технических условиях под номером A5.9 используются стандартные единицы измерения США; а в технических условиях под номером A5.9M используются единицы СИ. Последние единицы измерения указываются в скобках [] или в соответствующих графах таблиц и рисунков. Стандартные размеры, основанные на любой из систем, могут использоваться для определения размера присадочного металла или упаковки или того и другого в соответствии с Техническими Условиями A5.9 или A5.9M.

2. Нормативно-справочные документы

2.1 Следующие стандарты содержат положения, которые посредством ссылок, содержащихся в данном тексте, составляют положения данного стандарта

AWS. Для датированных ссылок, последующих поправок к ним, или их редакций, никакая из данных публикаций не применяется. Однако, стороны в силу соглашения, основанного на данном стандарте AWS, могут рассмотреть возможность применения наиболее поздней версии документов, приведенных ниже. Для недатированных ссылок, применяется последнее издание стандарта.

2.2 В обязательных частях данного документа указывается следующий стандарт² AWS.

(a) AWS A5.01, "Металлы присадочные. Руководство по поставке"

2.3 В обязательных частях данного документа указывается следующий стандарт ANSI.

(a) ANSI Z49.1, "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах"

2.4 В обязательных частях данного документа указывается следующие стандарты³ ASTM:

(a) ASTM E 29, "Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям"

(b) ASTM E 353, "Стандартные методы испытания для химического анализа нержавеющей, жаропрочных, мартенситостареющих и других аналогичных сплавов хрома, никеля и железа"

2.5 В обязательных частях данного документа указывается следующий стандарт⁴ OSHA:

(a) OSHA Стандарты по технике безопасности и охране здоровья, 29CFR 1910

² Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Стандарты ASTM опубликованы Американским обществом по испытанию материалов, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

⁴ Стандарты OSHA опубликованы правительственной типографией США, Washington, DC 20402, и также могут быть загружены с сайта www.osha-slc.gov.

¹ Стандарт ANSI Z49.1 опубликован Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

3. Классификация

3.1 Рассматриваемые в настоящих технических условиях сварочные материалы классифицируются в зависимости от их химического состава и формы изделия. Первыми двумя знаками в обозначении могут быть "ER" для проволок, которые могут использоваться в качестве электродов или прутков; "ЕС" – для биметаллического провода с сердечником или многожильного провода; и "EQ" – для ленточного электрода (см. таблицу 1).

3.2 Материал может быть отнесен к нескольким классам, при условии что он отвечает всем требованиям этих классов в соответствии с указаниями таблицы 1.

4. Приемка

Приемка⁵ материала должна производиться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.⁶

6. Правила округления значений

Для определения соответствия данным техническим условиям, наблюдаемое или расчетное значение следует округлить до "ближайшей единицы" в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенном в стандарте ASTM E 29.

7. Обзор испытаний

7.1 Химический анализ сплошных электродов, прутков или лент является единственным испытанием, необходимым, согласно настоящим техническим условиям, для классификации этих электродов.

7.2 Химический анализ расплавленных образцов является, согласно настоящим техническим условиям, единственным испытанием, необходимым для классификации композиционных и свитых электродов и прутков.

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, испытание повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы или пробы для повторных испытаний следует отбирать из первоначальной или новой выборки. Повторный химический анализ проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

⁵См. приложение параграф А3, Приемка, для информации относительно приемки и испытания отгруженного материала и AWS A5.01.

⁶См. приложение параграф А4, Сертификация, для информации относительно приемки и испытания, которые должны отвечать данным требованиям.

Если результаты одного или обоих испытаний не отвечают установленным требованиям, испытываемый материал должен быть признан не соответствующим требованиям данных Технических Условий в соответствии с данной классификацией.

В том случае, когда во время подготовки или после завершения испытания, четко установлено, что предписанные или должные методы не были соблюдены во время подготовки образцов или при проведении испытания, испытание следует считать недействительным, независимо от того, было ли закончено испытание, и отвечают ли результаты испытания требованиям или нет. Испытание должно быть проведено повторно, с соблюдением должных предписанных процедур. На данный случай требование об увеличении количества образцов в два раза не применяется.

9. Химический анализ

9.1 Образец присадочного металла или расплавленный образец должен быть подготовлен для анализа (пример см. в секции А5, Подготовка образцов для химического анализа).

9.2 Анализ образца должен проводиться с применением аналитических методов, приемлемых для определения соответствия химического состава материала требованиям настоящих технических условий. В спорных случаях для арбитражной проверки используется стандартный метод ASTM E 353.

9.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 для классификации испытываемого присадочного металла.

10. Способ изготовления

Сварочные прутки, полосы и электроды, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который позволяет получить изделие, отвечающее требованиям данных технических условий.

11. Стандартные размеры и формы

11.1 Стандартные размеры присадочного материала (кроме ленточных электродов) в различного вида упаковках (прямые отрезки, бунты без бобин, бунты с бобинами и катушки) должны соответствовать указанным в таблице 2.

11.2 Стандартные размеры ленточных электродов в бунтах должны быть такими, как показано в таблице 3.

12. Чистовая обработка и однородность

12.1 Все присадочные металлы должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения в композиционных электродах) и инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства наплавленного металла шва.

12.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из материала одной плавки или партии, а сварные соединения, если они

А08

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ^(А)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS) ^(D)	Номер UNS ^(F)	Состав, доля веса в % ^(B, C)										Другие элементы	
		C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si ^(E)	P	S	N	Cu	Элемент	Количество
ER209	S20980	0,05	20,5-24,0	9,5-12,0	1,5-3,0	4,0-7,0	0,90	0,03	0,03	0,10-0,30	0,75	V	0,10-0,30
ER218	S21880	0,10	16,0-18,0	8,0-9,0	0,75	7,0-9,0	3,5-4,5	0,03	0,03	0,08-0,18	0,75	...	...
ER219	S21980	0,05	19,0-21,5	5,5-7,0	0,75	8,0-10,0	1,00	0,03	0,03	0,10-0,30	0,75	...	...
ER240	S24080	0,05	17,0-19,0	4,0-6,0	0,75	10,5-13,5	1,00	0,03	0,03	0,10-0,30	0,75	...	...
ER307	S30780	0,04-0,14	19,5-22,0	8,0-10,7	0,5-1,5	3,30-4,75	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER308	S30880	0,08	19,5-22,0	9,0-11,0	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER308Si	S30881	0,08	19,5-22,0	9,0-11,0	0,75	1,0-2,5	0,65-1,00	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER308H	S30880	0,04-0,08	19,5-22,0	9,0-11,0	0,50	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER308L	S30883	0,03	19,5-22,0	9,0-11,0	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER308LSi	S30888	0,03	19,5-22,0	9,0-11,0	0,75	1,0-2,5	0,65-1,00	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER308Mo	S30882	0,08	18,0-21,0	9,0-12,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER308LMo	S30886	0,04	18,0-21,0	9,0-12,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER309	S30980	0,12	23,0-25,0	12,0-14,0	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER309Si	S30981	0,12	23,0-25,0	12,0-14,0	0,75	1,0-2,5	0,65-1,00	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER309L	S30983	0,03	23,0-25,0	12,0-14,0	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER309LSi	S30988	0,03	23,0-25,0	12,0-14,0	0,75	1,0-2,5	0,65-1,00	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER309Mo	S30982	0,12	23,0-25,0	12,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER309LMo	S30986	0,03	23,0-25,0	12,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER310	S31080	0,08-0,15	25,0-28,0	20,0-22,5	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER312	S31380	0,15	28,0-32,0	8,0-10,5	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER316	S31680	0,08	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER316Si	S31681	0,08	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,65-1,00	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER316H	S31680	0,04-0,08	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER316L	S31683	0,03	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER316LSi	S31688	0,03	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,65-1,00	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER316LMn	S31682	0,03	19,0-22,0	15,0-18,0	2,5-3,5	5,0-9,0	0,30-0,65	0,03	0,03	0,10-0,20	0,75	...	...
ER317	S31780	0,08	18,5-20,5	13,0-15,0	3,0-4,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER317L	S31783	0,03	18,5-20,5	13,0-15,0	3,0-4,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER318	S31980	0,08	18,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	Nb ^(H)	8 × С мин./1,0 макс.
ER320	N08021	0,07	19,0-21,0	32,0-36,0	2,0-3,0	2,5	0,60	0,03	0,03	...	3,0-4,0	Nb ^(H)	8 × С мин./1,0 макс.
ER320LR	N08022	0,025	19,0-21,0	32,0-36,0	2,0-3,0	1,5-2,0	0,15	0,015	0,02	...	3,0-4,0	Nb ^(H)	8 × С мин./0,40 макс.
ER321	S32180	0,08	18,5-20,5	9,0-10,5	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	Ti	9 × С мин./1,0 макс.
ER330	N08331	0,18-0,25	15,0-17,0	34,0-37,0	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER347	S34780	0,08	19,0-21,5	9,0-11,0	0,75	1,0-2,5	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	Nb ^(H)	1 × С мин./1,0 макс.
ER347Si	S34788	0,08	19,0-21,5	9,0-11,0	0,75	1,0-2,5	0,65-1,00	0,03	0,03	...	0,75	Nb ^(H)	10 × С мин./1,0 макс.

A08

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ (А) (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS) ^(D)	Номер UNS ^(F)	Состав, доля веса в -% ^(B, C)										Другие элементы	
		C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si ^(E)	P	S	N	Cu	Элемент	Количество
ER383	N08028	0,025	26,5-28,5	30,0-33,0	3,2-4,2	1,0-2,5	0,50	0,02	0,03	...	0,70-1,50	...	...
ER385	N08904	0,025	19,5-21,5	24,0-26,0	4,2-5,2	1,0-2,5	0,50	0,02	0,03	...	1,2-2,0	...	...
ER409	S40900	0,08	10,5-13,5	0,6	0,50	0,8	0,8	0,03	0,03	...	0,75	Ti	10 × C мин./1,5 макс.
ER409Nb	S40940	0,08	10,5-13,5	0,6	0,50	0,8	1,0	0,04	0,03	...	0,75	Nb ^(H)	10 × мин./0,75 макс.
ER410	S41080	0,12	11,5-13,5	0,6	0,75	0,6	0,5	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER410NiMo	S41086	0,06	11,0-12,5	4,0-5,0	0,4-0,7	0,6	0,5	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER420	S42080	0,25-0,40	12,0-14,0	0,6	0,75	0,6	0,5	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER430	S43080	0,10	15,5-17,0	0,6	0,75	0,6	0,5	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER439	S43035	0,04	17,0-19,0	0,6	0,5	0,8	0,8	0,03	0,03	...	0,75	Ti	10 × C мин./1,1 макс.
ER446LMo	S44687	0,015	25,0-27,5	^(G)	0,75-1,50	0,4	0,4	0,02	0,02	0,015	^(G)	...	...
ER630	S17480	0,05	16,00-16,75	4,5-5,0	0,75	0,25-0,75	0,75	0,03	0,03	...	3,25-4,00	Nb ^(H)	0,15-0,30
ER19-10H	S30480	0,04-0,08	18,5-20,0	9,0-11,0	0,25	1,0-2,0	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	Nb ^(H)	0,05
												Ti	0,05
ER16-8-2	S16880	0,10	14,5-16,5	7,5-9,5	1,0-2,0	1,0-2,0	0,30-0,65	0,03	0,03	...	0,75	...	...
ER2209	S39209	0,03	21,5-23,5	7,5-9,5	2,5-3,5	0,50-2,00	0,90	0,03	0,03	0,08-0,20	0,75	...	...
ER2553	S39553	0,04	24,0-27,0	4,5-6,5	2,9-3,9	1,5	1,0	0,04	0,03	0,10-0,25	1,5-2,5	...	...
ER2594	S32750	0,03	24,0-27,0	8,0-10,5	2,5-4,5	2,5	1,0	0,03	0,02	0,20-0,30	1,5	W	1,0
ER33-31	R20033	0,015	31,0-35,0	30,0-33,0	0,5-2,0	2,00	0,50	0,02	0,01	0,35-0,60	0,3-1,2	...	...
ER3556	R30556	0,05-0,15	21,0-23,0	19,0-22,5	2,5-4,0	0,50-2,00	0,20-0,80	0,04	0,015	0,10-0,30	...	Co	16,0-21,0
												W	2,0-3,5
												Nb	0,30
												Ta	0,30-1,25
												Al	0,10-0,50
												Zr	0,001-0,100
												La	0,005-0,100
												B	0,02

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (A) Классификации ER502 и ER505 были отменены. Классификации EB6 и ER80S-B6, которые аналогичны ER502, были добавлены AWS A5.23 и A5.28, соответственно. EB8 и ER80S-B8, которые аналогичны ER505, были добавлены в AWS A5.23 и AWS A5.28, соответственно.
- (B) Анализ следует проводить для элементов, определенные значения которых указаны в этой таблице. Если в ходе исследования обнаружены другие элементы (помимо железа), следует определить их общее количество и убедиться, что оно не превышает 0,50 %.
- (C) Представленные единичные значения являются максимальными.
- (D) В обозначениях композиционных, свитых и ленточных электродов следует опустить букву "R". Композиционные и свитые электроды должны обозначаться буквой "C", а ленточные электроды – "Q". Например, ERXXX обозначает сплошной проволоочный, а EQXXX – ленточный электрод, имеющие практически одинаковый химический состав и одинаковый номер по системе UNS. Однако ECXXX обозначает композиционный, трубчатый или свитой электроды с разными номерами UNS. Обратитесь за правильным номером к *Унифицированной системе числового обозначения SAE HS-1086/ASTM DS-56 для металлов и сплавов*.
- (E) Для специальных случаев применения могут закупаться электроды и прутки с уменьшенным по сравнению с табличным содержанием кремния.
- (F) *Унифицированная система числового обозначения SAE HS-1086/ASTM DS-56 для металлов и сплавов*.
- (G) Никель + медь составляют не более 0,5 %.
- (H) Содержание Nb может быть указано как Nb + Ta.

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ПРОВОЛОКИ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКА ^(А)

Форма	Диаметр ^(А)		Допуск ^(А)			
			Твердый металл		Композит	
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Сварочные прутки в виде прямых отрезков ^(В)	0,045	1,1 ^(С)	±0,001	±0,03	±0,002	±0,05
		1,2				
	¹ / ₁₆	(0,063)				
	⁵ / ₆₄	(0,078)				
	³ / ₃₂	(0,094)	±0,002	±0,05	±0,003	±0,08
	¹ / ₈	(0,125)				
	⁵ / ₃₂	(0,156)				
	³ / ₁₆	(0,187)				
	0,045	1,1 ^(С)	±0,001	±0,03	±0,002	±0,05
		1,2				
Присадочный металл в бунтах с бобиной или без бобины	¹ / ₁₆	(0,063)				
	⁵ / ₆₄	(0,078)				
	³ / ₃₂	(0,094)				
	⁷ / ₆₄	(0,109)	±0,002	±0,05	±0,003	±0,08
	¹ / ₈	(0,125)				
	⁵ / ₃₂	(0,156)				
	³ / ₁₆	(0,187)				
	¹ / ₄	(0,250)				
	0,030	0,8				
	0,035	0,9				
Присадочный металл с намоткой на 8, 12 или 14-дюймовые (200, 300 или 350 -миллиметровые) катушки	0,045	1,1 ^(С)	±0,001	±0,03	±0,002	±0,05
		1,2				
	¹ / ₁₆	(0,063)				
	⁵ / ₆₄	(0,078)				
	³ / ₃₂	(0,094)	±0,002	±0,05	±0,003	±0,08
	⁷ / ₆₄	(0,109)				
Присадочный металл с намоткой на катушки внешним диаметром 4 дюйма (100 мм)	0,020	0,5				
	0,025	0,6				
	0,030	0,8	±0,001	±0,03	±0,002	±0,05
	0,035	0,9				
	0,045	1,1 ^(С)				
		1,2				

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Размеры, допуски и нестандартные виды упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

(В) Длина должна равняться 36 дюймам +0,-1/2 дюйма [900 мм + 15,-0 мм].

(С) Метрические размеры не указаны в ISO 544.

ТАБЛИЦА 3
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЛЕНТОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ^(А,В)

Ширина		Толщина	
дюйм	мм	дюйм	мм
1,18	30	0,020	0,5
2,36	60	0,020	0,5
3,54	90	0,020	0,5
4,72	120	0,020	0,5

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Нестандартный размер должен быть согласован между покупателем и поставщиком.

(В) Отклонения от размеров ленточных электродов должны быть не более ±0,008 дюйма (±0,20 мм) по ширине и не более ±0,002 дюйма (±0,05 мм) по толщине.

ТАБЛИЦА 4
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС УПАКОВКИ ^(A)

Форма изделия	Диаметр катушки или бунта		Ширина ленты		Номинальная масса	
	дюйм	мм	дюйм	мм	фунты	кг
Сварочный прут, разрезанный на прямые отрезки	...	...	...	...	10, 50	4,5, 23
Катушки	4	100	...	...	1 ¹ / ₂ , 2 ¹ / ₂	0,7, 1,1
	8	200	...	...	10	4,5
	12	300	...	...	25, 33	11,4, 15
	14	350	...	...	50	22,8
Бунт с бобиной ^(B)	12	300	...	...	25, 50, 60	11, 23, 27
Ленточный электрод	12	300	1,18	30	60	27,5
	12	300	2,36	60	60	27,5
	12	300	3,54	90	120	55
	12	300	4,72	120	120	55

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Вес нетто не должен превышать ± 10 % от номинального веса.

(B) Вес бунтов без бобин устанавливается покупателем.

есть, должны быть выполнены так, чтобы они не мешали равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

12.3 Составляющие металлической сердцевины композиционных электродов должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не ухудшать рабочие характеристики электрода и свойства наплавленного металла шва.

12.4 На разрезных кромках ленточных электродов не должно быть заусенцев, превышающих 5 % толщины ленты.

13. Стандартные формы упаковки

13.1 К стандартным формам упаковки относятся прямые отрезки, бунты с бобиной, бунты без бобины и катушки. Стандартные размеры и вес для каждого вида упаковки приведены в таблице 4.

13.2 Форма, размеры и масса упаковок, отличающиеся от указанных в таблице 4, должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

13.3 Конструкция облицовки в бунтах с бобиной должна обеспечивать защиту бунтов от деформации при обычном обращении и использовании. Бобины должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл.

13.4 Конструкция катушек должна обеспечивать защиту присадочного металла от деформации при обычном обращении и использовании. Катушки должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл (см. рис. 1).

13.5 Вес нетто не должен превышать ± 10 % от номинального веса.

14. Требования к намотке

14.1 Присадочный металл должен быть намотан без извитости, волнистости, резких изгибов или провисания, таким образом, чтобы разматывание происходило беспрепятственно. Наружный конец присадочного металла (с которого будет начинаться сварка) должен быть помечен для быстрого обнаружения и закреплен, чтобы предотвратить разматывание.

14.2 Укладка витков и наклон винтовой линии должны позволять непрерывную подачу присадочного металла на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

14.2.1 Укладка витков и наклон винтовой линии тянутого сплошного сечения присадочного металла на 4 дюймовых [100-миллиметровых] катушках должны быть такими, чтобы образец, имеющий достаточную длину для образования одной петли, срезанный с катушки и свободно уложенный на плоской поверхности, обладал следующими характеристиками:

(a) образовывал окружность диаметром не менее 2,5 дюйма [65 мм] и не более 15 дюймов [380 мм]

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на ¹/₂ дюйма [13 мм] в любой точке.

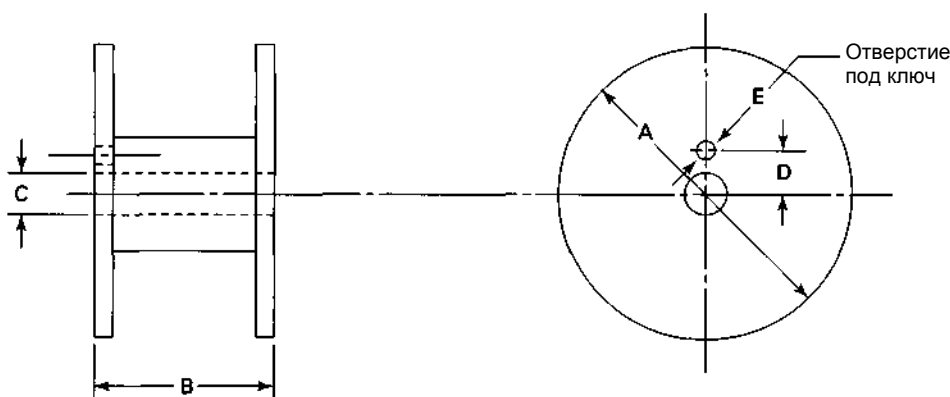
14.2.2 Укладка витков и наклон винтовой линии тянутого сплошного сечения присадочного металла на 8-дюймовых [200-миллиметровых] катушках должны быть такими, чтобы образец, имеющий достаточную длину для образования одной петли, срезанный с катушки и свободно уложенный на плоской поверхности, обладал следующими характеристиками:

(a) образовывал окружность диаметром не менее 8 дюймов [200 мм] и не более 50 дюймов [1,3 мм]

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любой точке.

14.2.3 Укладка витков и наклон винтовой линии тянутого сплошного сечения присадочного металла

РИС. 1 РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ 4, 8, 12 и 14 -ДЮЙМОВЫХ (100, 200, 300 и 350 -МИЛЛИМЕТРОВЫХ) КАТУШЕК



Размеры									
		Катушки 4 дюймов [100 мм]		Катушки 8 дюймов [200 мм]		Катушки 12 дюймов [300 мм]		Катушки 14 дюймов [350 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, макс. [прим. (1)]	4,0	102	8,0	203	12	305	14	355
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103	4,0	103
	Допуск	±0,03	+0, -2	±0,03	+0, -3	±0,06	+0, -3	±0,06	+0, -3
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	+0,01, -0	+1, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06 -0	+2,5, -0
D	Межосевое расстояние	...	...	1,75	44,5	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	...	...	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5
E	Диаметр [прим. (2)]	...	...	0,44	10	0,44	10	0,44	10
	Допуск	...	...	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (а) Наружный диаметр барабана должен обеспечивать правильную подачу присадочных металлов.
 (б) Внутренний диаметр барабана должен быть таким, чтобы при разбухании барабана или нарушении соосности барабана и фланцев внутренний диаметр барабана не становился меньше внутреннего диаметра фланцев.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Размеры и допуски в метрах отвечают требованиям ISO 544 за исключением того, что "А" указывает $\pm$ допуски для номинального диаметра, а не только плюсовой допуск, который приведен здесь в качестве максимального значения.
 (2) В каждом фланце предусмотрены отверстия, но необходимо добиться их соосности. Для катушек с размерами 4 дюйма [100 мм] отверстий под ключ не требуется.

на 12- и 14-дюймовых [300 и 350 –миллиметровых] катушках должны быть такими, чтобы образец, имеющий достаточную длину для образования одной петли, срезанный с катушки и свободно уложенный на плоской поверхности, обладал следующими характеристиками:

- (а) образовывал окружность диаметром не менее 15 дюймов [380 мм] и не более 50 дюймов [1,3 мм]
 (б) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любой точке

14.3 Кромка ленточного электрода (кривизна) не должна отклоняться от прямой линии более чем на 0,5 дюйма [12,5 мм] на любом отрезке длиной 8 футов [2,5 м].

15. Маркировка присадочного металла

15.1 На каждом бунте или катушке должны указываться сведения об изделии и о мерах предосторожности в соответствии с положениями секции 16, Маркировка упаковок.

15.2 Бунты без бобин должны снабжаться биркой с аналогичными надписями, надежно прикрепленной с внутренней стороны бунта.

15.3 Информационная бирка должна быть надежно закреплена на выступающей части бобины каждого бунта с бобиной.

15.4 В случае катушки бирка прикрепляется на внешней стороне фланца.

15.5 Каждый голый прямой присадочный прут должен иметь стойкую маркировку, которая позволяет однозначно определить тип продукции изготовителя или поставщика. К подходящим методам маркировки относятся штамповка, чеканка, тиснение, печать, прикрепление бирок или цветовая маркировка. (Если используется цветовая маркировка, цвета должны быть согласованы между поставщиком и покупателем и цвет должен быть указан на упаковке.)

При использовании маркировки AWS, буквы "ER" можно опустить; например "308L" для классификации ER308L. Дополнительные обозначения должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

16. Упаковка

Упаковка присадочного металла должна обеспечивать его защиту от повреждения при отгрузке и хранении в обычных условиях.

17. Маркировка упаковки

17.1 На каждой упаковке должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) номер технических условий AWS (год изготовления можно опустить) и классификационные номера AWS.

(b) название и торговый знак фирмы-изготовителя

(c) размер и масса нетто

(d) номер партии, контроля или плавки

17.2 Соответствующая информация⁷ о мерах предосторожности, приведенная в последнем издании ANSI Z49.1 (как минимум), должна быть разборчиво нанесена печатным шрифтом на все упаковки сварочных материалов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁷Типичные примеры "предупредительных надписей" приведены на рисунках в документе ANSI Z49.1 для некоторых расходных материалов общего или специфического назначения, используемых в определенных процессах.

Приложение А (Информативное)

Руководство к Техническим условиям на голые сварочные электроды и присадочные прутки из нержавеющей стали

(Данное Приложение не является частью документа AWS A5.9/A5.9M:2006, "Технические условия на голые сварочные электроды и присадочные прутки из нержавеющей стали", а включено в него только для информации)

A1. Введение

A1.1 Настоящее Руководство имеет целью обеспечить как поставщика, так и покупателя голых сварочных электродов и присадочных прутков из нержавеющей стали, охватываемых этими техническими условиями, средством производственного контроля и основанием для приемки на основе взаимоприемлемых, обоснованных стандартных требований.

A1.2 Настоящее Руководство было подготовлено как пособие для возможных пользователей голых сварочных электродов и присадочных прутков из нержавеющей стали, охватываемых этими техническими условиями, при определении наиболее подходящей классификации для конкретного применения с учетом требований, связанных с этим применением.

A1.3 Определения понятий голый электрод, составной электрод с металлической сердцевинкой и составной свитой электрод см. "электрод" в стандарте AWS A3.0, "Стандартные термины и определения сварки". Для целей данных технических условий термины составной прутков с металлической сердцевинкой и составной свитой прутков считаются совпадающими с аналогичными терминами для электродов, за исключением основных различий между электродом и прутком, которые определены в стандарте AWS A3.0.

A1.4 В некоторых случаях классифицированный по данным техническим условиям состав голого присадочного металла может отличаться от состава электродного стержня, используемого в электроде с покрытием такого же класса, классифицированном в технических условиях AWS A5.4, "Технические условия на покрытые электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки". Поэтому следует относиться с осторожностью к возможности использования стержня из покрытого электрода в качестве голого присадочного металла.

A2. Система классификации

A2.1 Химический состав присадочного металла обозначается рядом цифр и иногда химическими символами, буквами L, H и LR или их сочетанием. Химические символы используются для обозначения модификаций основных типов легирующих элементов, например ER308Mo. Буква "H" указывает

на ограничение содержания углерода по верхней части диапазона, указанного для стандартной марки конкретного присадочного металла. Буква "L" указывает на ограничение содержания углерода по нижней части диапазона, указанного для стандартной марки конкретного присадочного металла. Буквы "LR" указывают на низкое содержание остаточных элементов (см. A8.31).

A2.1.1 Первыми двумя знаками в обозначении могут быть "ER" для проволоки сплошного сечения, которая может использоваться в качестве электродов или прутков; буквы "EC" для составной, порошковой или свитой проволоки; или буквы "EQ" для ленточных электродов.

A2.1.2 Номер из трех или четырех цифр, например, 308 в ER308, указывает химический состав присадочного металла.

A2.2 Международная система обозначения присадочных металлов для сварки была опубликована Международной Организацией по Стандартизации (ISO), которая была подготовлена Международным институтом сварки (IIW), ISO 14343. В таблице A.1 приведены обозначения для присадочных металлов для нержавеющей стали наряду с соответствующими марками в данных технических условиях.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, "Металлы присадочные. Руководство по поставке", как оговорено в данном документе. Любые испытания материала, доставленного в соответствии с данными техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны быть четко указаны в заказе на покупку, в соответствии с положениями AWS A5.01. При отсутствии такого положения в заказе поставщик может отгружать присадочный металл по результатам испытаний, обычно проводимых для данного класса материалов, как указано в спецификации F, таблица 1, Стандарт AWS A5.01. Испытание в соответствии с любой другой спецификацией в данной таблице должно быть специально оговорено в заказе покупателя. В таких случаях приемка отгруженного материала должна соответствовать данным требованиям.

ТАБЛИЦА А.1
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ В ISO 14343^(А)

AWS A5.9/A5.9M ^(В)	ISO 14343A	ISO 14343B ^(С)
ER209	...	...
ER218	...	...
ER219	...	...
ER240	...	...
ER307	...	SS307
ER308	...	SS308
ER308H	...	SS308H
ER308L	19 9 L	SS308L
ER308Mo	20 10 3	SS308Mo
ER308LMo	...	SS308LMo
ER308Si	...	SS308Si
ER308LSi	19 9 L Si	SS308LSi
ER309	22 12 H	SS309
ER309L	23 12 L	SS309L
ER309Mo	...	SS309Mo
ER309LMo	23 12 2 L	SS309LMo
ER309Si	...	SS309Si
ER309LSi	23 12 L Si	SS309LSi
ER310	25 20	SS310
ER312	29 9	SS312
ER316	...	SS316
ER316H	19 12 3 H	SS316H
ER316L	19 12 3 L	SS316L
ER316LMn	20 16 3 Mn N L	...
ER316Si	...	SS316Si
ER316LSi	19 12 3 LSi	SS316LSi
ER317	...	SS317
ER317L	18 15 3 L	SS317L
ER318	19 12 3 Nb	SS318
ER320	...	SS320
ER320LR	...	SS320LR
ER321	...	SS321
ER330	18 36 H	SS330
ER347	19 9 Nb	SS347
ER347Si	19 9 Nb Si	SS347Si
ER383	27 31 4 Cu L	SS383
ER385	20 25 5 Cu L	SS385
ER409	...	SS409
ER409Nb	...	SS410Nb
ER410	13	SS410
ER410NiMo	13 4	SS410NiMo
ER420	...	SS420
ER430	17	SS430
ER439	...	...
ER446LMo	...	...
ER630	...	SS630
ER19-10H	19 9 H	SS19-10H
ER16-8-2	16 8 2	SS16-8-2
ER2209	22 9 3 N L	SS2209
ER2553	...	...
ER2594	25 9 4 N L	...
ER33-31	...	...
ER3556	...	...

ПРИМЕЧАНИЯ:

(А) Требования для указанных эквивалентных классификаций не всегда являются идентичными.

(В) Классификационное обозначение "R" должно быть заменено на "Q" для ленточных и на "C" для трубчатых электродов с сердечником из биметалла.

(С) Первая буква "S" в классификационном обозначении должна быть заменена на "B" для ленточных и на "T" для трубчатых электродов с сердечником из биметалла.

A4. Сертификация

Маркировка технических требований Американского общества сварщиков и обозначений класса изделия на упаковке, или маркировка класса на самом изделии означает свидетельство поставщика (производителя) в том, что изделие отвечает всем требованиям технических условий.

Единственным безоговорочным требованием данного свидетельства является то, что производитель произвел испытания, требуемые техническими условиями, на представительной выборке поставляемого материала, и этот материал отвечает требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данной классификации, имеющая одинаковый состав. "Сертификация" не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания этого материала могут не проводиться. Основанием для аттестации, требуемой техническими условиями, является испытание класса вышеупомянутой предварительной выборки в соответствии с "Системой контроля качества производителя" AWS A5.01.

A5. Подготовка образцов для химического анализа

A5.1 Голые сплошные сварочные электроды и прутки. Подготовка образцов для химического анализа из сплошных голых сварочных электродов и прутков не представляет трудностей в техническом плане. Присадочный металл такого рода может быть отделен для анализа любым подходящим методом так, чтобы все пробы или стружки представляли определенную партию присадочного металла.

A5.2 Составные трубчатые и свитые электроды

A5.2.1 Для расплавления кусочка (лепешки), достаточного для анализа размера, применяется дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде аргона, используемого здесь в качестве защитного газа.

A5.2.2 Для изготовления образца для анализа могут использоваться другие процессы, при которых расплавление пробы происходит в вакууме или в атмосфере инертного газа с образованием отлитого кусочка (лепешки).

A5.2.3 Сварку металлическим электродом в среде аргона также можно использовать для получения однородного наплавленного образца для проведения химического анализа. В этом случае наплавленный образец аналогичен тому, который готовят из покрытых электродов для проведения химического анализа.

A5.2.4 Эти методы должны выполняться таким образом, чтобы не происходило смешивание с основным металлом или с металлом формы, в результате чего расплавленный образец может быть загрязнен. Для снижения возможности такого смешивания часто используют медную форму.

A5.2.5 Особое внимание следует уделить уменьшению явлений смешивания в случае испытания низкоуглеродистых присадочных материалов.

A5.3 При расплавлении образца методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде аргона через дугу переносятся практически все компоненты. Могут происходить небольшие потери углерода, но

они никогда не превышают потерь при фактической сварочной операции, независимо от процесса (см. A7.9.1). Если в сердцевине присутствуют неметаллические составляющие, они образуют на поверхности наплавленного металла шлак, который должен быть удален и отбракован.

A5.4 Образец расплавленного присадочного металла должен быть достаточно большим, чтобы предоставить требуемое для химического анализа количество несмешанного наплавленного металла. Размер и форма наплавленного образца не оговариваются, так как это не имеет значения в случае действительно несмешанного металла.

A5.5 Образец, полученный при расплавлении композиционного присадочного металла в медной форме, будет несмешанным, поскольку практически не происходит примешивание основного металла.

A5.6 Чтобы гарантировать получение действительно несмешанного образца из наплавки выбранного размера на выбранной высоте от основного металла, анализ проводят на стружках, полученных из последовательных более низких слоев наплавки. Все несмешанные слои будут иметь одинаковые результаты химического анализа. То есть, определение одинакового состава для двух последовательных слоев наплавленного металла будет свидетельствовать, что последний слой является несмешанным. Слои, растворенные низкоуглеродистой сталью (основным металлом), будут иметь более низкое содержание хрома и никеля. Особое внимание следует уделять содержанию углерода при анализе металла, наплавленного с использованием сплошных или составных трубчатых электродов или прутков типа 308L, 308LSi, 308LMo, 309L, 309LSi, 309LMo, 316L, 316LSi, 317L, 320LR, 383, 385, 439, 446LMo, 2209, 2553, 2594 или 33-31. Из-за поглощения углерода в наплавке на основном металле с высоким содержанием углерода слои наплавленного металла, не смешанного с основным, появляются на значительной высоте над основным металлом.

A6. Вентиляция при сварке

A6.1 На количество дыма, воздействию которого могут подвергаться сварщики и операторы сварочных аппаратов в процессе сварки, оказывают влияние пять основных факторов:

(a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);

(b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в одном помещении;

(c) скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при сварке материалов и технологий;

(d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении;

(e) вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка

A6.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1, "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах", опубликованный Американским обществом сварщиков, подробно рассматривает вопросы вентиляции в процессе сварки и должен использоваться как справочный материал для получения подробных сведений. Особое внимание следует уделить разделу, озаглавленному "Охрана здоровья и вентиляция".

A7. Феррит в наплавленном металле

A7.1 Как известно, феррит способствует снижению склонности к образованию трещин в наплавленном металле (растрескиванию); но это не имеет решающего значения. Использование на протяжении многих лет миллионов фунтов полностью аустенитного наплавленного металла обеспечивало удовлетворительные рабочие характеристики. В общем случае присутствие феррита дает преимущества в случае заделанных сварных швов, больших по размеру сварных соединений и вредного влияния трещин на рабочие характеристики швов. Феррит повышает прочность сварных швов. В некоторых средах феррит может оказывать вредное воздействие на стойкость к коррозии. Обычно также считается, что он снижает вязкость материала при криогенных и высоких температурах эксплуатации, когда феррит может переходить в хрупкую сигма-фазу.

A7.2 Содержание феррита можно измерить по относительной шкале с помощью различных магнитных приборов. Однако Подкомитет по сварке нержавеющей стали при Комитете высоколегированных сталей Исследовательского совета по сварке (WRC) установил, что отсутствие стандартной процедуры калибровки привело к широкому разбросу показаний для данного образца, когда измерения проводились в разных лабораториях. Образец со средним содержанием феррита 5,0 %, основанным на данных, полученных из всех лабораторий, имел самое низкое показание 3,5 % по результатам измерений одних лабораторий и самое высокое 8,0 % по данным других. При среднем значении 10 % разброс в показаниях составил от 7,0 % до 16,0 %. Чтобы разрешить эту проблему, Подкомитет WRC опубликовал 1 июля 1972 года документ под заголовком *"Процедура калибровки приборов для измерения содержания дельта-феррита в сварных швах из аустенитной нержавеющей стали"*⁸. В 1974 году Американское общество сварщиков (AWS) расширило эту процедуру и выпустило документ AWS A4.2, озаглавленный *"Стандартные процедуры градуировки средств измерений содержания дельта-ферритов в аустенитной нержавеющей стали сварного шва"*. Все приборы, используемые для измерения содержания феррита в электродах из нержавеющей стали, классифицированных AWS, должны отслеживаться согласно требованиям этого документа.

A7.3 Подкомитет WRC утвердил также термин ферритное число (FN) для применения вместо процентного содержания феррита, чтобы ясно показать, что измерительный прибор был откалиброван согласно процедуре WRC. Ферритное число до 10 FN считается равным по значению термину "процентное содержание феррита", который использовался ранее. Он отражает средний обобщенный опыт торговой практики США и мира по определению "процентного содержания феррита". Ожидается, что в результате использования стандартной процедуры калибровки разброс в показаниях, возникающий вследствие ошибок при калибровке приборов, будет уменьшен примерно до $\pm 5\%$ или самое большее до $\pm 10\%$ от измеренного содержания феррита.

A7.4 По мнению Подкомитета WRC, в настоящее время невозможно точно определить истинное абсолютное содержание феррита в наплавленном металле.

A7.5 Следует ожидать, что даже в несмешанном наплавленном металле содержание феррита будет различаться от случая к случаю из-за некоторых изменений в переменных параметрах сварки и измерений. В большой группе наплавленных образцов, полученных из материалов одной плавки или одной партии при использовании стандартной процедуры наплавления металла и подготовки образцов, плюс или минус два значения сигма указывают на то, что результаты 95 % испытаний предположительно попадают в диапазон $\pm 2,2$ FN при ферритном числе около 8 FN. Если применяются различные процедуры наплавления и подготовки образца, то расхождения в результатах измерений могут увеличиться.

A7.6 Еще большие расхождения могут возникать, если методика сварки допускает избыточное поглощение азота, что приводит к значительному уменьшению содержания феррита по сравнению с ожидаемым. Значительное поглощение азота может вызвать снижение типичной нормы содержания феррита с 8 FN до 0 FN. Поглощение 0,10 % азота обычно снижает ферритное число примерно на 8.

A7.7 Листовой материал по своему химическому составу приближается к равновесию, при котором его собственное содержание феррита меньше, чем в схожем по составу наплавленном металле. В результате растворения наплавленного металла металлом пластины содержание феррита в нем несколько ниже, чем в отсутствие такого растворения, хотя степень снижения содержания и меняется в зависимости от степени растворения и состава основного металла.

A7.8 Применяемый сварочный процесс, условия и технология сварки во многих случаях оказывают значительное влияние на химический состав и содержание феррита в наплавленном металле. Пользователь должен учитывать это влияние, если наплавленный металл должен соответствовать заданным требованиям к химическому составу и предельным значениям FN. В пп. с A7.9.1 по A7.9.3 приведена общая информация о влиянии различных сварочных процессов на состав и содержание феррита для металла, наплавленного присадочными металлами, рассматриваемыми в настоящих технических условиях.

A7.9 Химический состав этого наплавленного металла обладает способностью проявлять примерно прогнозируемое для него ферритное число, как это указано в п. A7.13, с оговоренными здесь ограничениями. Однако могут иметь место значительные изменения химического состава наплавленного металла по сравнению с исходной электродной проволокой, как это указано в пп. A7.9.1–A7.9.3.

A7.9.1 Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Этот сварочный процесс вызывает наименьшее изменение в химическом составе наплавки по сравнению с составом исходной проволоки и, следовательно, наименьшее различие между содержанием феррита, подсчитанным по данным анализа для проволоки, и содержанием феррита, измеренным для наплавки. При дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа происходит некоторая потеря углерода – около половины содержания углерода сверх 0,02 %. Таким образом, в наплавке, полученной электродной проволокой с содержанием углерода 0,06 %, содержится 0,04 % углерода. Происходит также поглощение некоторого количества азота – увеличение его содержания составляет 0,02 %. Изменение содержания других элементов в несмешанном наплавленном металле незначительно.

A7.9.2 Дуговая сварка металлческим электродом в среде защитного газа. Типичные потери углерода в результате этого процесса незначительны, всего около четвертой части потерь при сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Зато типичное поглощение азота

⁸ Документы WRC опубликованы Исследовательским советом по сварке, P.O. Box 201547, Shaker Heights, OH 44120.

ТАБЛИЦА А.2
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ ПОД ФЛЮСОМ

Элемент	Типичное изменение для наплавленного металла по сравнению с проволокой
Углерод	Различное. Для марок "L" обычно увеличение: от +0,01 до +0,02 %; для обычных марок закономерными являются потери: до -0,02 %.
Кремний	Обычно увеличение: от +0,3 до +0,6 %.
Хром	Обычно потери, если не вводить во флюс целенаправленные добавки: -0,5 до -3,0 %.
Никель	Небольшие изменения, если не вводить во флюс целенаправленные добавки.
Марганец	Различное: от -0,5 до +0,5 %.
Молибден	Небольшие изменения, если не вводить во флюс целенаправленные добавки.
Ниобий	Обычно потери, если не вводить во флюс целенаправленные добавки: от -0,1 до -0,5 %.

значительно выше и оценивается примерно в 0,04 % (равносильно 3 – 4 FN), если в конкретных случаях в ходе специальных измерений на сварных швах не установлены другие значения. При этом процессе поглощение азота очень сильно зависит от технологии сварки и может достигать 0,15 % и более. Это может привести к очень низкому содержанию феррита или полному его отсутствию в наплавках, полученных такими присадочными металлами, как ER308 и ER309. Небольшие потери марганца, кремния, хрома, никеля и молибдена могут происходить в результате окисления и испарения.

A7.9.3 Дуговая сварка под флюсом. Для такой сварки свойственны переменные потери или увеличение содержания легирующих элементов в зависимости от применяемого флюса. Все флюсы вызывают изменение химического состава при расплавлении электрода и осаждении его в качестве наплавленного металла. Некоторые флюсы вынужденно добавляют такие легирующие элементы, как ниобий (колумбий) и молибден; другие активно снижают содержание некоторых легко окисляемых элементов, например, хрома. Другие флюсы менее активны и могут содержать небольшое количество легирующих элементов для компенсации любых потерь, а, следовательно, создавать наплавленный металл с химическим составом, близким к составу электрода. Если флюс активен или содержит легирующие элементы, то изменения условий сварки, особенно напряжения, приведут к значительным изменениям химического состава наплавленного металла. При повышении напряжения происходит более активное взаимодействие между флюсом и металлом и, например, в случае легирующего флюса, быстрое поглощение легирующих элементов. В случае необходимости тщательного контроля содержания феррита влияние конкретной комбинации флюс/электрод следует оценить перед выполнением производственной сварки из-за явлений, указанных в таблице А.2.

A7.10 Голая сплошная присадочная проволока, в отличие от покрытого электрода, не поддается регулировке по содержанию феррита за счет дополнительных легирующих добавок, вводимых изготовителем электрода; для такой проволоки используется флюс в ходе сварки под флюсом. Так, если желательно получить конкретные диапазоны FN, они должны быть обеспечены за счет выбора химического состава электродной проволоки. Но это значение затем изменится для наплавленного этой проволокой металла в зависимости от процесса и технологии сварки, как указано выше.

A7.11 В присадочных металлах серии 300 состав голый электродной проволоки в общем случае стремится к средней точке в имеющихся диапазонах

химического состава. Так, потенциальное содержание феррита для электродной проволоки 308, 308L и 347 составляет примерно 10 FN, для проволоки 309 – примерно 12 FN, а для проволоки 316 и 316L – приблизительно 5 FN. На периферии этих средних точек содержание феррита может составлять ± 7 FN и более, но химический состав этих присадочных металлов будет сохраняться в пределах, установленных в настоящих технических условиях.

A7.12 Иначе говоря, потенциальное содержание феррита в присадочном металле, обусловленное таким химическим составом, будет стремиться к уменьшению в наплавленном им металле в результате влияния процесса и технологии сварки; исключением являются некоторые случаи сварки под флюсом.

A7.13 Содержание феррита в сварных швах может быть подсчитано по химическому составу наплавленного металла. Подсчет можно выполнить с помощью одной из нескольких диаграмм состояния. К ним относятся диаграмма WRC-1992⁹ (см. рис. А.1). Многие диаграммы, предложенные ранее, были признаны полезными. Они рассматриваются в справочниках и в другой литературе.

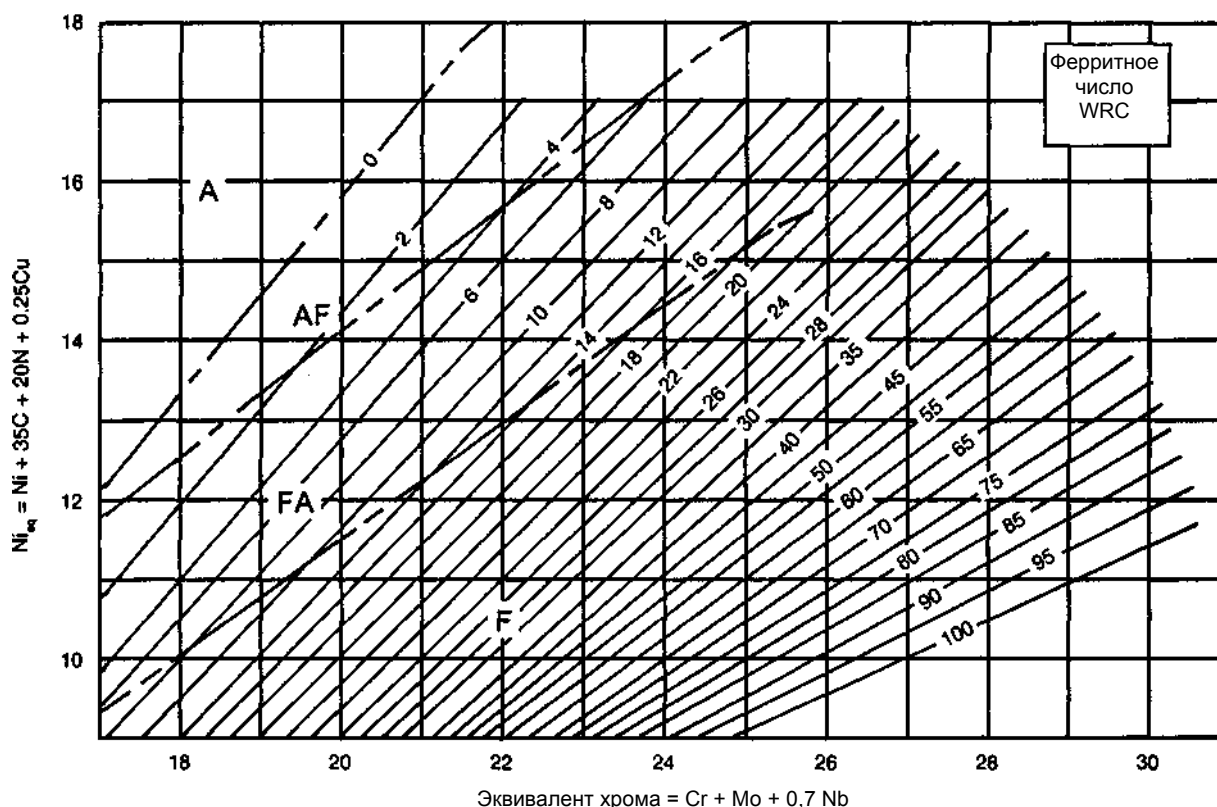
A7.13.1 Диаграмма WRC-1992 позволяет прогнозировать содержание феррита, выраженное ферритным числом (FN). Эта диаграмма является новейшей из вышеперечисленных. Исследования, проведенные Подкомитетом WRC по сварке нержавеющей стали, а также Комиссией II Международного института сварки, показывают более близкое соответствие измеренных и прогнозируемых данных по ферриту при использовании этой диаграммы по сравнению с диаграммой ДеЛонга. Следует отметить, что прогноз по диаграмме WRC-1992 не зависит от содержания кремния и марганца, так как не было обнаружено их статистически значимого влияния. Применять диаграмму WRC-1992 предпочтительно для нержавеющей стали серии "300" и двухфазных нержавеющих сталей. Диаграмма не предназначена для составов, содержащих более 1 % Si.

A7.13.2 Различия между измеренными и расчетными значениями содержания феррита до некоторой степени зависят от самого содержания феррита в наплавке, увеличиваясь при увеличении этого содержания. Согласованность расчетных и измеренных значений также кардинально зависит от качества химического анализа. Неоднозначность

⁹ Kotecki, D. J. and Siewert, T. A. 1992. WRC-1992 Фазовая диаграмма для металла сварного шва из нержавеющей стали: Модификация диаграммы WRC-1988. *Журнал по сварке* 71(5): стр. 171 - 178.

A08

РИС. A1 ДИАГРАММА WRC-1992 ДЛЯ НАПЛАВКИ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



результатов химического анализа, полученных в разных лабораториях, могут оказать значительное влияние на расчетное значение для феррита, изменяя его на величину от 4 FN до 8 FN. Скорость охлаждения сильно влияет на фактическое содержание феррита и является одной из причин возникновения различий между расчетным и измеренным значениями для наплавленного металла.

A8. Описание и предполагаемое применение присадочных металлов¹⁰

A8.1 ER209. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 22 Cr, 11 Ni, 5,5 Mn, 2 Mo и 0,20 N. Присадочные металлы этого класса чаще всего применяются для сварки основных металлов UNS S20910. Этот сплав представляет собой азотупрочненную аустенитную нержавеющую сталь, обладающую высокой прочностью и достаточной ударной вязкостью в широком диапазоне температур. Выполненные этим присадочным металлом сварные соединения в состоянии после сварки не подвержены осаждению карбида. Насыщение азотом снижает склонность к диффузии углерода, увеличивая тем самым стойкость к межкристаллитной коррозии.

Присадочный металл ER209 содержит достаточное общее количество легирующих элементов, что позволяет использовать его для сварки разнородных сплавов, например, мягких сталей и нержавеющей, а также для непосредственной наплавки на мягкую сталь для защиты от коррозии сварных изделий, выполненных методом дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа.

Дуговая сварка вольфрамовым электродом, плазменная сварка и сварка электронным лучом не рекомендованы для непосредственного нанесения этого присадочного металла на мягкую сталь.

A8.2 ER218. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 17 Cr, 8,5 Ni, 8 Mn, 4 Si и 0,13 N. Присадочные металлы этого класса чаще всего применяются для сварки основных металлов UNS S21800. Этот сплав представляет собой азотупрочненную аустенитную нержавеющую сталь, обладающую высокой прочностью и достаточной ударной вязкостью в широком диапазоне температур. Легирование азотом в этом основном составе приводит к значительному повышению износостойкости при трении частица-металл и металл-металл (коррозионное истирание) по сравнению с обычными аустенитными нержавеющими сталями, например, типа 304. Присадочный металл ER218 содержит достаточное общее количество легирующих элементов, что позволяет использовать его для сварки разнородных сплавов, например, мягких сталей и нержавеющей, а также для непосредственной наплавки на мягкую сталь для защиты от коррозии и износа сварных изделий, выполненных методом дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа. Дуговая сварка вольфрамовым электродом, плазменная сварка и сварка электронным лучом не рекомендованы для непосредственного нанесения этого присадочного металла на мягкую сталь.

A8.3 ER219. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 20 Cr, 6 Ni, 9 Mn и 0,20 N. Присадочные металлы этого класса чаще всего применяются для сварки основных металлов UNS S21900. Этот сплав представляет собой азотупрочненную

¹⁰ ERXXX может быть EQXXX или ECXXX. См. таблицу 1, примечание (d).

аустенитную нержавеющую сталь, обладающую высокой прочностью и достаточной ударной вязкостью в широком диапазоне температур.

Выполненные этим присадочным металлом сварные соединения в состоянии после сварки не подвержены осаждению карбида. Легирование азотом снижает тенденцию к межкристаллитному осаждению карбида в зоне сварки, приостанавливая диффузию углерода и тем самым, повышая стойкость к межкристаллитной коррозии.

Присадочный металл ER219 содержит достаточное общее количество легирующих элементов, что позволяет использовать его для сварки разнородных сплавов, например, мягких сталей и нержавеющих, а также для непосредственной наплавки на мягкую сталь для защиты от коррозии сварных изделий, выполненных методом дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа. Дуговая сварка вольфрамовым электродом, плазменная сварка и сварка электронным лучом не рекомендованы для непосредственного нанесения этого присадочного металла на мягкую сталь.

A8.4 ER240. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 18 Cr, 5 Ni, 12 Mn и 0,20 N. Присадочные металлы этого класса чаще всего применяются для сварки основных металлов UNS S24000 и UNS S24100. Эти сплавы представляют собой азотоупрочненную аустенитную нержавеющую сталь, обладающую высокой прочностью и достаточной ударной вязкостью в широком диапазоне температур. Значительное повышение износостойкости при трении частица-металл и металл-металл (коррозионное истирание) является ценным свойством в сравнении с большинством обычных аустенитных нержавеющих сталей, например, типа 304. Легирование азотом снижает тенденцию к межкристаллитному осаждению карбида в зоне сварки, приостанавливая диффузию углерода и тем самым, снижая склонность к межкристаллитной коррозии. Легирование азотом также повышает сопротивление к точечной коррозии и контактной коррозии в хлорсодержащих жидких средах. Кроме того, сварные соединения в металле типа 240 обладают повышенной стойкостью к растрескиванию под действием транскристаллической коррозии при напряжении в горячей хлорсодержащей водной среде. Присадочный металл ER240 содержит достаточное общее количество легирующих элементов, что позволяет использовать его для сварки разнородных сплавов, например, мягких сталей и нержавеющих, а также для непосредственной наплавки на мягкую сталь для защиты от коррозии и износа сварных изделий, выполненных методом дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа. Дуговая сварка вольфрамовым электродом, плазменная сварка и сварка электронным лучом не рекомендованы для непосредственного нанесения этого присадочного металла на мягкую сталь.

A8.5 ER307. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 21 Cr, 9,5 Ni, 4 Mn и 1 Mo. Присадочные металлы этого класса применяются в первую очередь для среднечерных сварных швов с хорошей трещиностойкостью между разнородными сталями, например, аустенитной марганцовистой сталью и деформированной или литой углеродистой сталью.

A8.6 ER308. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 21 Cr, 10 Ni. Торговые спецификации на присадочные и основные металлы различаются в требованиях к минимальному содержанию легирующих элементов; поэтому с присадочными металлами этого класса часто связаны наименования 18-8, 19-9 и 2010. Присадочный металл этого класса чаще всего применяется для

сварки основных металлов сходного состава, в частности, типа 304.

A8.7 ER308Si. Этот класс аналогичен ER308, но отличается более высоким содержанием кремния. Это улучшает применимость присадочного металла для процессов дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (см. п. A9.2). Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то он обладает несколько большей склонностью к образованию трещин, чем металл шва с меньшим содержанием кремния.

A8.8 ER308H. Этот класс соответствует ER308, за исключением того, что допустимое содержание углерода ограничено верхней частью диапазона, установленного для типа 308. Содержание углерода в диапазоне 0,04 – 0,08 % обеспечивает высокую прочность при повышенных температурах. Этот присадочный металл используется для сварки основного металла 304H.

A8.9 ER308L. Этот класс аналогичен ER308, но отличается по содержанию углерода. Низкое содержание углерода (не более 0,03 %) в этом присадочном металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида. Это повышает стойкость к межкристаллитной коррозии без использования стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Прочность этого низкоуглеродистого сплава при повышенных температурах ниже, чем прочность стабилизированных ниобием сплавов или сплава типа 308H.

A8.10 ER308LSi. Этот класс аналогичен ER308L, но отличается более высоким содержанием кремния. Это улучшает применимость присадочного металла для процессов дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (см. п. A9.2). Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то он обладает несколько большей склонностью к образованию трещин, чем металл шва с меньшим содержанием кремния.

A8.11 ER308Mo. Этот класс аналогичен ER308, но содержит добавку молибдена. Этот присадочный металл используется для сварки отливок из нержавеющей стали ASTM CF8M и сочетается с основным металлом по содержанию хрома, никеля и молибдена. Его можно применять для сварки деформируемого металла, например, нержавеющей стали типа 316 (UNS31600), если необходимо добиться более высокого содержания феррита, чем это достижимо с применением класса ER316.

A8.12 ER308LMo. Присадочный металл этого класса используется для сварки отливок из нержавеющей стали ASTM CF3M и сочетается с основным металлом по содержанию хрома, никеля и молибдена. Его можно применять для сварки деформируемого металла, например, нержавеющей стали типа 316L, если необходимо добиться более высокого содержания феррита, чем позволяет класс ER316L.

A8.13 ER309. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 24 Cr, 13 Ni. Присадочные металлы этого класса обычно применяются для сварки сплавов сходного состава в литой или деформируемой форме. Иногда их применяют также для сварки стали типа 304 и сходных основных металлов, предназначенных для эксплуатации в тяжелых коррозионных условиях, которые вынуждают использовать высоколегированный наплавленный металл. Они также применимы при сварке разнородных металлов, например, при соединении стали типа 304 с углеродистой сталью, для сварки сторон сталей с плакировкой сталью типа 304 и для нанесения листовой облицовки из нержавеющей стали на корпуса из углеродистой стали.

A8.14 ER309Si. Этот класс аналогичен ER309, но отличается более высоким содержанием кремния. Это улучшает применимость присадочного металла для процессов дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (см. п. A9.2). Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то он обладает несколько большей склонностью к образованию трещин, чем металл шва с меньшим содержанием кремния.

A8.15 ER309L. Этот класс аналогичен ER309, но отличается по содержанию углерода. Низкое содержание углерода (не более 0,03 %) в этом присадочном металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида. Это повышает стойкость к межкристаллитной коррозии без использования стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Прочность этого низкоуглеродистого сплава при повышенных температурах может оказаться ниже, чем прочность стабилизированных ниобием сплавов или присадочных металлов класса ER309.

A8.16 ER309LSi. Этот класс аналогичен ER309L, но отличается более высоким содержанием кремния. Это улучшает применимость присадочного металла для процессов дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (см. п. A9.2). Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то он обладает несколько большей склонностью к образованию трещин, чем металл шва с меньшим содержанием кремния.

A8.17 ER309Mo. Этот класс аналогичен ER309, но с добавлением от 2,0 до 3,0 % молибдена для увеличения сопротивления точечной коррозии в галоид-содержащих средах. В первую очередь этот присадочный металл применяют для наплавки поверхности основных металлов для защиты от коррозии. ER309Mo используется для получения однослойного наплавленного покрытия с химическим составом, сходным с нержавеющей сталью типа 316. Он также применяется для нанесения первого слоя многослойных наплавленных покрытий с применением таких присадочных металлов, как нержавеющие стали классов ER316 или ER317. Без нанесения первого слоя 309Mo содержание таких элементов, как хром и молибден, может уменьшиться до неприемлемых уровней в последующих слоях в результате растворения основным металлом. К другим случаям применения относятся: приварка облицовки из молибденсодержащих нержавеющих сталей к корпусам из углеродистой стали; соединение углеродистых сталей в качестве основных металлов, плакированных молибденсодержащей нержавеющей сталью; а также соединение разнородных основных металлов, например, углеродистой стали с нержавеющей сталью типа 304.

A8.18 ER309LMo. Этот класс аналогичен ER309Mo, но максимальное содержание углерода у него ниже (0,03 %). Низкое содержание углерода в нержавеющей стали уменьшает вероятность осаждения карбида хрома, что повышает стойкость наплавленного металла к межкристаллитной коррозии. ER309LMo применяется для тех же условий, что и ER309Mo, но в тех случаях, когда при выборе присадочного металла следует учитывать избыточное поглощение углерода в результате растворения основным металлом, межкристаллитную коррозию в результате осаждения карбида или оба этих фактора. При нанесении многослойного наплавленного покрытия в первом слое обычно необходим ER309LMo, чтобы обеспечить низкое

содержание углерода в последующих слоях, выполненных с применением присадочных металлов класса ER316L или ER317L.

A8.19 ER310. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 26,5 Cr, 21 Ni. Присадочные металлы этого класса чаще всего применяются для сварки основных металлов сходного состава.

A8.20 ER312. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 30 Cr, 9 Ni. Присадочные металлы этого класса были изначально предназначены для сварки литейных сплавов сходного состава. Впоследствии он также хорошо показал себя при сварке разнородных металлов, например, углеродистой стали с нержавеющей сталью, особенно марок с высоким содержанием никеля. Этот сплав образует двухфазный наплавленный металл со значительным содержанием феррита в аустенитной основе. Даже при значительном растворении образующими аустенит элементами, такими как никель, микроструктура остается двухфазной, а, следовательно, обладает высокой стойкостью к образованию трещин и волосовин в наплавленном металле.

A8.21 ER316. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 19 Cr, 12,5 Ni и 2,5 Mo. Этот присадочный металл используется для сварки металла типа 316 и сплавов сходного состава. Он также успешно применяется для сварки специальных основных металлов, предназначенных для эксплуатации в условиях высоких температур. Наличие молибдена обеспечивает сопротивление ползучести при повышенных температурах и стойкость к точечной коррозии в галоидсодержащей атмосфере.

Быстрая коррозия металла, наплавленного ER316, происходит при сочетании следующих трех факторов:

(a) наличие непрерывной или полунепрерывной сетки феррита в микроструктуре наплавленного металла;

(b) сбалансированный состав наплавленного металла с отношением содержания хрома и молибдена менее 8,2 к 1;

(c) погружение наплавленного металла в коррозионную среду. Попытки классифицировать среду, в которой произойдет ускоренная коррозия в результате активного коррозионного воздействия на ферритную фазу, не дали успешных результатов. Сильные окислительные и умеренно восстановительные условия имели место в большинстве исследованных и зарегистрированных случаев коррозионных разрушений. Для получения рекомендаций по этому вопросу следует обратиться к соответствующей литературе.

A8.22 ER316Si. Этот класс аналогичен ER316, но отличается более высоким содержанием кремния. Это улучшает применимость присадочного металла для процессов дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (см. п. A9.2). Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то он обладает несколько большей склонностью к образованию трещин, чем металл шва с меньшим содержанием кремния.

A8.23 ER316H. Этот класс соответствует ER316, за исключением того, что допустимое содержание углерода ограничено верхней частью диапазона, установленного для типа 316. Содержание углерода в диапазоне 0,04-0,08 % обеспечивает высокую прочность при повышенных температурах. Этот присадочный металл используется для сварки основного металла типа 316H.

A8.24 ER316L. Этот класс аналогичен ER316, но отличается от последнего по содержанию углерода. Низкое содержание углерода (не более 0,03 %) в этом присадочном металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида хрома, в результате чего повышается стойкость к межкристаллитной коррозии без использования стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Этот присадочный металл используется в первую очередь для сварки низкоуглеродистых молибденсодержащих аустенитных сплавов. Прочность этого низкоуглеродистого сплава при повышенных температурах ниже, чем прочность стабилизированных ниобием сплавов или сплава типа ER316H.

A8.25 ER316LSi. Этот класс аналогичен ER316L, но отличается более высоким содержанием кремния. Это улучшает применимость присадочного металла для процессов дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (см. п. A9.2). Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то он обладает несколько большей склонностью к образованию трещин, чем металл шва с меньшим содержанием кремния.

A8.26 ER316LMn. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 19 Cr, 15 Ni, 7 Mn, 3 Mo и 0,2 N. Этот сплав является полностью аустенитным сплавом с типичным содержанием феррита с максимальным значением ферритного числа 0,5 FN. Первоочередное применение данного присадочного металла заключается в соединении сходных или различающихся по составу криогенных сталей, предназначенных для использования при температурах до -452 °F [-269 °C]. Этот присадочный металл также обладает высокой устойчивостью к коррозии в кислотных средах и в морской воде, и особенно подходит для использования в коррозионных условиях на заводах по синтезу мочевины. Этот присадочный металл не обладает магнитными свойствами. Высокое содержание Mn в сплаве способствует стабилизации аустенитной микроструктуры и повышает устойчивость к образованию горячих трещин.

A8.27 ER317. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 19,5 Cr, 14 Ni, 3,5 Mo, т. е. содержание элементов несколько выше, чем у ER316. Присадочный металл этого класса обычно применяется для сварки сплавов сходного состава. ER317 используется при тяжелых коррозионных условиях эксплуатации, когда возникает опасность точечной и щелевой коррозии.

A8.28 ER317L. Этот класс аналогичен ER317, но отличается по содержанию углерода. Низкое содержание углерода (не более 0,03 %) в этом присадочном металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида. Это повышает стойкость к межкристаллитной коррозии без использования стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Прочность этого низкоуглеродистого сплава при повышенных температурах может быть ниже, чем прочность стабилизированных ниобием сплавов или сплава типа 317.

A8.29 ER318. Этот класс аналогичен ER316, но с добавлением ниобия. Ниобий обеспечивает стойкость к межкристаллитному осаждению карбида хрома, увеличивая, таким образом, стойкость к межкристаллитной коррозии. Присадочные металлы этого класса применяются главным образом для сварки основных металлов сходного состава.

A8.30 ER320. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается следующим образом: 20 Cr, 34 Ni, 2,5 Mo, 3,5 Cu с добавлением Nb для повышения стойкости к межкристаллитной коррозии. Присадочные

металлы этого класса применяются в первую очередь для сварки металлов сходного состава, применяемых в тяжелых коррозионных условиях работы, связанных с широким диапазоном химических веществ, включая серную и сернистую кислоты и их соли. Этот присадочный металл можно применять для сварки как литых, так и деформируемых сплавов сходного состава без послесварочной термической обработки. Не содержащая ниобия модификация этого класса используется для ремонта отливок, которые также не содержат ниобия, но при этом необходим отжиг присадочного металла на твердый раствор после сварки.

A8.31 ER320LR (с низким содержанием остаточных элементов). Этот класс имеет номинальный состав, сходный с ER320. Однако предельное содержание элементов C, Si, P и S ниже, а содержание Nb и Mn контролируется в более узких диапазонах. Эти изменения уменьшают образование горячих трещин и мелких трещин (при сохранении коррозионной стойкости), которое часто происходит в наплавленном металле из полностью аустенитной нержавеющей стали. Следовательно, типичные методы сварки, применяемые для аустенитной нержавеющей стали, содержащей феррит, можно использовать при сварочных процессах с голым присадочным металлом, например, при дуговой сварке вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа. ER320LR успешно применяется при дуговой сварке под флюсом, но он может быть подвержен растрескиванию, если применяется для соединения основного металла дуговой сваркой под флюсом. Минимальная прочность на растяжение наплавленного металла ER320LR ниже, чем у ER320.

A8.32 ER321. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 19,5 Cr, 9,5 Ni с добавлением титана. Действие титана аналогично действию ниобия в сплаве типа 347 по снижению межкристаллитного осаждения карбида хрома и, следовательно, увеличению стойкости к межкристаллитной коррозии. Присадочный металл этой классификации используется для сварки хромоникелевой нержавеющей стали сходного состава в качестве основного металла в присутствии защитного инертного газа. Он непригоден для дуговой сварки под флюсом, так как только незначительная часть титана будет восстановлена в наплавленном металле.

A8.33 ER330. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 35,5 Ni, 16 Cr. Присадочный металл этой классификации обычно применяется при требовании термостойкости и окислительной стойкости при температурах выше 1800 °F [980 °C], кроме случаев эксплуатации в атмосферах с высоким содержанием серы, что может вредно отразиться на рабочих характеристиках при повышенных температурах. Ремонт дефектов в легированных отливках и сварка литых и деформируемых сплавов сходного состава – вот основные случаи применения этого присадочного металла.

A8.34 ER347. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 20 Cr, 10 Ni с добавлением Nb в качестве стабилизатора. Добавка ниобия уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида хрома и тем самым склонность к межкристаллитной коррозии. Присадочный металл этой классификации обычно используется для сварки хромоникелевой нержавеющей стали сходного состава в качестве основного металла в присутствии ниобия или титана в качестве стабилизатора.

Хотя в качестве стабилизирующего элемента для сплавов типа 347 обычно указывают Nb, но следует помнить, что наряду с последним используется также и тантал (Ta). Ta и Nb практически одинаково хорошо подходят для стабилизации углерода и обеспечения прочности при высоких температурах. Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то склонность к образованию трещин может существенно возрасти.

A8.35 ER347Si. Эта классификация аналогична ER347, но отличается более высоким содержанием кремния. Это улучшает применимость присадочного металла для процессов дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (см. п. A9.2). Если в результате растворения основным металлом образуется полностью аустенитный или с низким содержанием феррита сварной шов, то он обладает несколько большей склонностью к образованию трещин, чем металл шва с меньшим содержанием кремния.

A8.36 ER383. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается следующим образом: 27,5 Cr, 31,5 Ni, 3,7 Mo и 1 Cu. Присадочный металл данной классификации применяется при сварке основного металла UNS N08028 с таким же металлом или с другими марками нержавеющей стали. ER383 рекомендован при эксплуатации в среде с содержанием серной и фосфорной кислот. Максимальное содержание элементов C, Si, P и S установлено на низком уровне, чтобы свести к минимуму склонность наплавленного металла к образованию трещин и волосовин при высоких температурах (при сохранении стойкости к коррозии), часто возникающих в наплавке из полностью аустенитной нержавеющей стали.

A8.37 ER385. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается следующим образом: 20,5 Cr, 25 Ni, 4,7 Mo и 1,5 Cu. Присадочный металл классификации ER385 используется главным образом при сварке материалов ASTM B625, B673, B674 и B677 (UNS N08904), предназначенных для эксплуатации в контакте с серной кислотой и различными хлорсодержащими средами. ER385 также применяют для соединения материала типа 317L при необходимости обеспечения повышенной коррозионной стойкости для эксплуатации в определенной среде. Присадочный металл классификации ER385 можно применять для сварки основных металлов UNS N08904 с другими марками нержавеющей стали. Максимальное содержание элементов C, S, P и Si установлено на более низком уровне, чтобы свести к минимуму склонность наплавленного металла к образованию трещин и волосовин при высоких температурах (при сохранении стойкости к коррозии), часто возникающих в наплавке из полностью аустенитной стали.

A8.38 ER409. Этот сплав, содержащий 12 % Cr (по массе) отличается от материала классификации 410 тем, что имеет ферритную микроструктуру. Благодаря добавке титана происходит образование карбидов, что повышает стойкость к коррозии и прочность при высоких температурах, а также активизирует ферритную микроструктуру. Присадочные металлы ER409 можно применять для соединения сходных по составу или разнородных основных металлов. Наиболее широкое применение металлы этой классификации находят при изготовлении деталей систем выпуска из мелкосортных материалов.

A8.39 ER409Nb. Эта классификация аналогична ER409, но вместо титана в тех же целях используется ниобий. Потери на окисление в дуге обычно меньше. Случаи применения те же, что и у присадочных металлов классификации ER409.

A8.40 ER410. Этот сплав с содержанием хрома 12 % (по массе) представляет собой самозакаливающуюся сталь. Для получения приемлемой пластичности наплавленного металла, необходимой при выполнении многих инженерных задач, используют предварительный нагрев и послесварочную термическую обработку. Присадочные металлы этой классификации чаще всего применяются для сварки сплавов сходного состава. Они также используются для получения наплавленных покрытий на углеродистой стали для защиты от коррозии, эрозии и истирания.

A8.41 ER410NiMo. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 12 Cr, 4,5 Ni и 0,55 Mo. Он в основном предназначен для сварки отливок из ASTM CA6NM и сходных материалов, а также тонколистовых основных металлов типа 410, 410S и 405. Эти присадочные металлы модифицируют в целях уменьшения содержания хрома и увеличения содержания никеля, с тем, чтобы исключить феррит в микроструктуре, поскольку он ухудшает механические свойства. Окончательную послесварочную термообработку проводят при температуре не более 1150 °F (620 °C), в противном случае после охлаждения до комнатной температуры микроструктура может обнаружить вторичную твердость из-за присутствия в ней неотпущенного мартенсита.

A8.42 ER420. Эта классификация соответствует ER410, но содержит немного больше хрома и углерода. ER420 применяется во многих операциях наплавки поверхности, где требуется коррозионная стойкость, которая обеспечивается 12 % содержанием хрома совместно с некоторым увеличением твердости по сравнению с металлом, наплавленным электродами из ER410. Тем самым повышается износостойкость.

A8.43 ER430. Это сплав с содержанием хрома 16 % (по массе). Состав сбалансирован за счет введения достаточного количества хрома, обеспечивающего приемлемую коррозионную стойкость в обычных условиях эксплуатации с одновременным сохранением достаточной пластичности в состоянии после термообработки. (Избыток хрома приведет к снижению пластичности.) Сварка с присадочным металлом классификации ER430 обычно предполагает предварительный нагрев и послесварочную термическую обработку.

Наилучшие механические свойства и коррозионная стойкость обеспечиваются исключительно термообработкой сварного соединения после сварки.

A8.44 ER439. Это сплав с содержанием хрома 18 % (по массе), который стабилизирован титаном. ER439 обеспечивает более высокую устойчивость к окислению и коррозии по сравнению с ER409 при одинаковом использовании. Области применения такие же, как и у присадочных металлов ER409, при которых из тонколистового ассортимента продукции изготавливаются детали выхлопной системы.

A8.45 ER446LMo. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации (ранее обозначавшегося ER26-1) выражается так: 26 Cr, 1 Mo. Этот присадочный металл применяют при сварке основного металла аналогичного состава в среде защитного газа. Из-за высокой чистоты металла (как основного, так и присадочного) особое значение имеет очистка поверхностей деталей перед сваркой. Кроме того, очень важно обеспечить полноту охвата зоны сварки защитным газом для предотвращения загрязнения кислородом и азотом. Часто используют нестандартные методы газовой защиты (опережение, протаскивание и защита с обратной стороны).

A8.46 ER630. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 16,4 Cr, 4,7 Ni, 3,6 Cu. Состав был разработан, прежде всего, для сварки ASTM A 564 (тип 630) и некоторых других дисперсионно-твердеющих нержавеющей сталей. Состав модифицирован для предотвращения образования в мартенситной микроструктуре ферритной сетки, которая ухудшает механические свойства материала. В зависимости от применения и калибра шва наплавленный металл может использоваться в состоянии непосредственно после сварки, после сварки и дисперсионного твердения, или после сварки, термообработки на твердый раствор и дисперсионного твердения.

A8.47 ER19-10H. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации включает 19 Cr, 10 Ni и сходен с ER308H, но с более низким содержанием хрома и дополнительными ограничениями для Mo, Nb и Ti. Снижение уровня Cr и дополнительные пределы для других эквивалентных хрому элементов позволяет снизить диапазон содержания феррита. Снижение уровня феррита в наплавленном металле уменьшает вероятность сигма-охрупчивания после продолжительного воздействия температур свыше 1000 °F (540 °C). Этот присадочный металл следует применять только в тех процессах сварки или только в сочетании с теми присадочными материалами, которые не оказывают значительного влияния на количество хрома в наплавленном металле. При дуговой сварке под флюсом настоятельно рекомендуется применять флюс, который не удаляет хром из наплавленного металла и не добавляет его.

Этот присадочный металл также имеет более высокий уровень содержания углерода, необходимый для повышения сопротивления ползучести при высокой температуре. Пользователь должен быть оповещен о необходимости проводить квалификационные испытания в фактических условиях применения наплавленного металла, с тем, чтобы убедиться в достижении приемлемого уровня содержания углерода. Если возникает вопрос о достаточной стойкости к коррозии и окалине, в программу испытаний в реальных условиях следует включить специальные испытания, рассмотренные в секции A10.

A8.48 ER16-8-2. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 15,5 Cr, 8,5 Ni и 1,5 Mo. Присадочный металл этой классификации применяется главным образом при сварке нержавеющей сталей таких типов, как 16-8-2, 316 и 347, для трубопроводов высокого давления и высокой температуры. Ферритное число наплавленного металла обычно не превышает 5 FN. Наплавленный металл также обладает высокой пластичностью в горячем состоянии, что снижает образование трещин в шве или кратере даже в условиях наложения связей. Наплавленный металл используется либо в состоянии непосредственно после сварки, либо после термообработки на твердый раствор. Для наиболее полного проявления своих свойств этот металл должен быть тщательно сбалансирован по своему химическому составу. Результаты коррозионных испытаний показывают, что коррозионная стойкость наплавленного металла классификации 16-8-2 может быть меньше, чем у основного металла типа 316 в зависимости от вида агрессивной среды. В случае, если сварное соединение подвергается воздействию активных корродирующих веществ, необходимо нанесение поверхностного слоя с применением более коррозионноустойчивого присадочного металла.

A8.49 ER2209. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 22,5 Cr, 8,5 Ni, 3 Mo и 0,15 N. Присадочный металл этой классификации применяется, прежде всего, при сварке двухфазных

нержавеющих сталей с содержанием хрома примерно 22 %, например, UNS S31803 и S32205. Наплавки из этого сплава имеют "сдвоенную" (с двойным размером зерна) микроструктуру, представленную аустенитно-ферритной основой. Эти нержавеющие стали отличаются высокой прочностью при растяжении, стойкостью к трещинообразованию от коррозии под напряжением и повышенной стойкостью к точечной коррозии.

A8.50 ER2553. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 25,5 Cr, 5,5 Ni, 3,4 Mo, 2 Cu и 0,2 N. Присадочный металл этой классификации применяется, прежде всего, при сварке двухфазных нержавеющей сталей UNS S32550 с содержанием хрома, примерно 25 %. Наплавки из этого сплава имеют "сдвоенную" (с двойным размером зерна) микроструктуру, представленную аустенитно-ферритной основой. Эти нержавеющие стали отличаются высокой прочностью при растяжении, стойкостью к трещинообразованию от коррозии под напряжением и повышенной стойкостью к точечной коррозии.

A8.51 ER2594. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 25,5 Cr, 9,2 Ni, 3,5 Mo, 0,25 N. Сумма $Cr + 3,3(Mo + 0,5 W) + 16 N$ известная как Эквивалентный показатель устойчивости к точечной коррозии (PREN), равна минимум 40, благодаря чему наплавленный металл можно назвать "супердуплексной нержавеющей сталью". Это число является полуколичественным показателем устойчивости к точечной коррозии в водной хлорсодержащей среде. Он разработан для сварки супердуплексных нержавеющей сталей UNS S32750 и 32760 (обработанной давлением), и UNS J93380, J93404 (отливкой). Сплав также может использоваться для сварки сталей UNS S32550, J93370, J93372, если они не подвергаются воздействию сред, содержащих серу или серные кислоты во время эксплуатации. Он также может использоваться для сварки углеродистых и низколегированных сталей с двухфазными нержавеющей сталями, а также для сварки такой "стандартной" двухфазной нержавеющей стали как UNS S32205 и J92205, в особенности для проварки корня шва трубы.

A8.52 ER33-31. Номинальный состав (в % по массе) этой классификации выражается так: 33 Cr, 31 Ni, 1,6 Mo. Присадочный металл используется для сварки никельхромжелезного сплава (UNS R20033) с самим собой и с углеродистой сталью, а также для сварки наплавленного слоя сварного шва котельных труб. Наплавленный металл обладает устойчивостью к воздействию коррозионных сред высокой температуры, присутствующих на каменноугольных тепловых электростанциях.

A8.53 ER3556. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 31 Fe, 20 Ni, 22 Cr, 18 Co, 3 Mo, 2,5 W (UNS R30556). Присадочный металл этого класса применяется при сварке основного металла, содержащего 31 Fe, 20 Ni, 22 Cr, 18 Co, 3 Mo, 2,5 W (UNS R30556) с самим собой, для соединения стали с другими никелевыми сплавами и для наплавки поверхности стали методами дуговой сварки вольфрамовым или плавящимся электродом в среде защитного газа или плазменной сварки. Данный присадочный металл проявляет стойкость к воздействию агрессивных сред, содержащих серу, при высоких температурах. Основной металл с составом 31 Fe, 20 Ni, 22 Cr, 18 Co, 3 Mo, 2,5 W представлен в технических условиях ASTM B435, B572, B619, B622 и B626 (UNS R30556).

A9. Применимость

A9.1 Дуговую сварку нержавеющей сталей вольфрамовым электродом в среде защитного газа предпочтительно выполнять постоянным током при отрицательной полярности электрода (ПТЭО).

При основном металле толщиной до $\frac{1}{16}$ дюйма [1,6 мм] в качестве защитного газа лучше использовать аргон, поскольку при этом снижается тенденция к проплавке этих тонких листов на всю толщину. При большей толщине листа или при автоматической сварке рекомендуется применять смесь гелия и аргона, так как она дает большее проплавление шва и улучшенное качество поверхности. Защита аргоном дает удовлетворительный результат в большинстве случаев, но при этом требуется более высокий ток. Относительно влияния повышенного содержания кремния см. п. A9.2 и описание соответствующей классификации.

A9.2 Дуговую сварку металлическим (плавящимся) электродом в среде защитного газа, при которой присадочный металл выступает в качестве электрода, чаще всего выполняют постоянным током при положительной полярности электрода (ПТЭП). При струйном переносе в качестве защитного газа обычно используют аргон с небольшими добавками кислорода или без них. При переносе дугой с короткими замыканиями часто применяют гелий с добавками кислорода и диоксида углерода. Минимальная толщина сварки составляет приблизительно от $\frac{1}{8}$ до $\frac{3}{16}$ дюйма [3,2–4,8 мм]. Перенос дугой с короткими замыканиями может использоваться для сварки материала толщиной $\frac{1}{16}$ дюйма [1,6 мм]. Тем не менее, применение подкладки позволяет сваривать и более тонкие сечения. Повышенное содержание кремния улучшает характеристики оплавления поверхности и смачивания наплавленного металла. Например, увеличение содержания кремния с 0,30 до 0,65 % приводит к заметному улучшению этих характеристик; а при увеличении с 0,65 до 1,0 % улучшение также происходит, но менее явно.

A9.3 Дуговую сварку под флюсом можно выполнять постоянным током при положительной полярности электрода (ПТЭП) или переменным током. В общем случае рекомендуются основные или нейтральные флюсы для сведения к минимуму поглощения азота и окисления хрома и других элементов. Если используемые при сварке флюсы не являются основными или нейтральными, могут потребоваться электроды с содержанием кремния ниже нормального минимального значения (0,30 %). Такие активные флюсы могут вносить в наплавленный металл некоторое количество кремния. В этом случае увеличение содержания кремния не вызывает значительного увеличения оплавления поверхности сварного шва и смачивания наплавленного металла.

A9.4 Процесс обкладки лентой в основном соответствует обычной дуговой сварке под флюсом, но вместо проволоочного электрода используется тонкий плавящийся ленточный электрод. Соответственно, оборудование представляет собой обычную установку для дуговой сварки под флюсом с модифицированными наконечниками и подающими роликами. Используются обычные источники питания с минимальным током на выходе 750 А. Если в наличии имеется оборудование для дуговой сварки под флюсом, то для наплавки поверхности лентой можно использовать подающий двигатель, коробку подач, намоточную катушку и рычаги управления, которые используются обычно для подачи электродной проволоки на этом оборудовании. В большинстве случаев единственным отличием является наличие сварочной головки для ленты и "приболчиваемого" (закрепленного на болтах) плоского электрододержателя.

Наплавка поверхности лентой обычно выполняется с питанием постоянным током от генератора или выпрямителя. Как правило, используются источники питания с жесткими или мягкими внешними характеристиками.

Предпочтительно использовать источник с жесткой характеристикой, но параллельно могут быть подключены генератор или выпрямитель, дабы обеспечить ток большей величины для особых случаев применения. Применение постоянного тока при положительном электроде (ПТЭП) дает возможность получить несколько лучшую форму кромок и более равномерную поверхность наплавленного слоя.

Обкладка лентой производится как при дуговой сварке под флюсом, так и при электрошлаковой сварке. Хотя в электрошлаковой сварке не используется дуга, за исключением начала сварки, в ней используется аналогичное оборудование подачи ленты, средства управления и источники питания. Регулировка напряжения и состава флюса производится вне зависимости от того, осуществляется ли процесс дуговой сварки под флюсом или электрошлаковая сварка. Электрошлаковая сварка широко используется из-за возможности осаждения наплавленного металла при слабом растворении.

A10. Специальные испытания

A10.1 Испытания на стойкость к коррозии и образованию окалины. Испытания образцов соединений имеют то преимущество, что конструкция соединения и процедура сварки могут быть идентичны тем, которые применяются на производстве. Недостатком является то, что при испытании определяют свойства наплавленного металла, основного металла в зоне термического влияния сварки и не затронутого сваркой основного металла в совокупности. Кроме того, трудно получить воспроизводимые результаты, если существуют различия между скоростью коррозии или окисления различных металлических структур (наплавленный металл, зона термического влияния и незатронутый сваркой основной металл). Испытательные образцы трудно нормализовать, если способ сварки и конструкция соединения рассматриваются как переменные параметры. Образцы соединений для испытания на коррозию не следует использовать для квалификационной оценки электродов, но можно использовать для оценки процедуры сварки утвержденных материалов. Специальные испытания на стойкость к коррозии и образованию окалины, связанные с предполагаемым применением, можно проводить по соглашению между покупателем и поставщиком. Данная секция приводится в качестве руководства для тех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания.

A10.1.1 Термическая обработка, обработка поверхности и маркировка образцов перед началом испытаний должны соответствовать требованиям стандартных методик испытаний аналогичных сплавов в виде поковок или литья. Методика испытаний должна соответствовать требованиям стандарта ASTM G4, "Стандартная методика проведения коррозионных испытаний на заводском оборудовании" или ASTM A 262, "Стандартная методика определения склонности к межкристаллитной коррозии у нержавеющих аустенитных сталей", или ASTM G 48, "Стандартная методика испытания на устойчивость к точечной и контактной коррозии нержавеющих сталей и смежных сплавов с помощью раствора хлорного железа".

A10.2 Механические испытания. Прочность на растяжение, пластичность при изгибе и бездефектность сварных швов, выполненных с применением присадочных металлов, соответствующих этим техническим условиям, часто определяют в ходе квалификационной оценки

процедуры сварки. В случае эксплуатации при криогенных температурах требуется высокая ударная вязкость сварного шва. Следует помнить, что переменные параметры процесса, такие как ток, напряжение и скорость сварки; переменные параметры защитной среды (газовая смесь или флюс); различия в квалификации сварщиков при выполнении ручных операций; и различия в составе основного металла влияют на возможные результаты испытаний. Однако при надлежащем контроле эти присадочные металлы обеспечивают получение бездефектных сварных швов при сильно отличающихся условиях, при этом прочность на растяжение и пластичность таких швов сходны со значениями, полученными с применением покрытых электродов для дуговой сварки.

Требования к прочности при растяжении и относительному удлинению металла, наплавленного с применением дуговой сварки (покрытыми) плавящимися электродами, установленными в технических условиях AWS A5.4/A5.4M, "Технические условия на покрытые электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки в среде защитного газа", приведены в таблице А.3. Требования к ударным свойствам для эксплуатации при криогенных температурах рассмотрены в приложении А8 стандарта AWS A5.4. Заметьте, что ударные свойства швов, выполненных голым присадочным металлом с применением процессов дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа, обычно превосходят свойства швов, полученных в процессе дуговой сварки покрытым электродом или дуговой сварки под флюсом. Если оговорены дополнительные испытания для определения механических свойств, то процедуры их проведения должны соответствовать последнему изданию стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M], "Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов".

А11. Общие положения техники безопасности

А11.1 Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в приложении, раздел А6. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные в А11.3, ANSI Z49.1 "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах"¹¹, а также соответствующие федеральные

и местные нормативные документы. ANSI Z49.1 можно загрузить и распечатать непосредственно с Интернет-сайта AWS <http://www.aws.org>.

А11.2 Бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Их можно загрузить и распечатать непосредственно с Интернет-сайта AWS <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

А11.3 Указатель бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)¹²

Номер	Наименование
1	Пары и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных аэрозолях
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на этикетках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Электрокардиостимуляторы и сварочные работы
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Плановые остановки и маркировка оборудования
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металллизации
21	Контактная точечная сварка
22	Выделение кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: Безопасное обращение и применение
25	Отравление парами металла
26	Расстояние наблюдения дуги
27	Электроды из торированного вольфрама
28	Меры безопасности при кислородной резке: проверка клапанов и предохранительных затворов
29	Заземление переносных и смонтированных на базовой машине генераторов сварки
30	Цилиндры: безопасное хранение, транспортировка и использование,

¹¹ ANSI Z49.1 опубликован Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

¹² Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ТАБЛИЦА А.3
НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ МЕТАЛЛА
ЦЕЛЬНОСВАРНОГО ШВА СОГЛАСНО
AWS A5.4/A5.4M:2006

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Минимальная прочность при растяжении		Минимальное относительное удлинение, %	Термическая обработка
	Тыс. фунтов/ кв. дюйм	МПа		
E209-XX	100	690	15	Нет
E219-XX	90	620	15	Нет
E240-XX	100	690	15	Нет
E307-XX	85	590	30	Нет
E308-XX	80	550	35	Нет
E308H-XX	80	550	35	Нет
E308L-XX	75	520	35	Нет
E308Mo-XX	80	550	35	Нет
E308LMo-XX ^(A)	75	520	35	Нет
E309-XX	80	550	30	Нет
E309H-XX	80	550	30	Нет
E309L-XX	75	520	30	Нет
E309Nb-XX ^(A)	80	550	30	Нет
E309Mo-XX	80	550	30	Нет
E309LMo-XX ^(A)	75	520	30	Нет
E310-XX	80	550	30	Нет
E310H-XX	90	620	10	Нет
E310Nb-XX ^(A)	80	550	25	Нет
E310Mo-XX	80	550	30	Нет
E312-XX	95	660	22	Нет
E316-XX	75	520	30	Нет
E316H-XX	75	520	30	Нет
E316L-XX	70	490	30	Нет
E316LMn-XX	80	550	20	Нет
E317-XX	80	550	30	Нет
E317L-XX	75	520	30	Нет
E318-XX	80	550	25	Нет
E320-XX	80	550	30	Нет
E320LR-XX	75	520	30	Нет
E330-XX	75	520	25	Нет
E330H-XX	90	620	10	Нет
E347-XX	75	520	30	Нет
E349-XX	100	690	25	Нет
E383-XX	75	520	30	Нет
E385-XX	75	520	30	Нет
E409Nb-XX	65	450	20	(D)
E410-XX	75	520	20	(B)
E410NiMo-XX	110	760	15	(C)
E430-XX	65	450	20	(D)
E430Nb-XX	65	450	20	(D)
E630-XX	135	930	7	(E)
E16-8-2-XX	80	550	35	Нет
E2209-XX	100	690	20	Нет
E2553-XX	110	760	15	Нет
E2593-XX	110	760	15	Нет
E2594-XX	110	760	15	Нет
E2595-XX	110	760	15	Нет
E3155-XX	100	690	20	Нет
E33-31-XX	105	720	25	Нет

ТАБЛИЦА А.3
НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ МЕТАЛЛА
ЦЕЛЬНОСВАРНОГО ШВА СОГЛАСНО
AWS A5.4/A5.4M:2006 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (A) E308LМо-XX, E309LМо-XX, E309Nb-XX и E310Nb-XX ранее обозначались как E308MoL-XX, E309MoL-XX, E309Cb-XX и E310Cb-XX, соответственно. Изменение было внесено в целях соответствия международному стандартному обозначению химического элемента ниобия.
- (B) Нагрев до 1350 °F – 1400 °F [730 °C – 760 °C], выдержка 1 ч (-0, +15 минут), снижение температуры печи со скоростью 200 °F [110 °C] в час до 600 °F [315 °C] и охлаждение на воздухе до температуры окружающей среды.
- (C) Нагрев до 1100 °F – 1150 °F [595 °C – 620 °C], выдержка 1 ч (-0, +15 минут), охлаждение на воздухе до температуры окружающей среды.
- (D) Нагрев до 1400 °F – 1450 °F [760 °C – 790 °C], выдержка 2 ч (-0, +15 минут), снижение температуры печи со скоростью 100 °F [55 °C] в час до 1100 °F [595 °C] и охлаждение на воздухе до температуры окружающей среды.
- (E) Нагрев до 1875 °F – 1925 °F [1025 °C – 1050 °C], выдержка 1 ч (-0, +15 минут), охлаждение на воздухе до температуры окружающей среды, а затем дисперсионное твердение при температуре 1135 °F – 1165 °F [610 °C – 630 °C], выдержка 4 ч (-0, +15 минут), и охлаждение на воздухе до температуры окружающей среды.

ТАБЛИЦА А.4
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Отмененная классификация	Дата последней публикации
ER26-1 ^(A)	1981
ER502 ^(B)	1993
ER505 ^(C)	1993
ER409Cb ^(D)	1993

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (A) Данная классификация в действительности не была отменена, а была переименована в ER446LМо.
- (B) Данная классификация электродов была включена в технические условия AWS A5.28, где она классифицируется как ER80S-B6, и в технические условия AWS A5.23, где она классифицируется как EB6.
- (C) Данная классификация электродов была включена в технические условия AWS A5.28, где она классифицируется как ER80S-B8, и в технические условия AWS A5.23, где она классифицируется как EB8.
- (D) Данная классификация в действительности не была отменена, а была переименована в ER409Nb в целях отображения принятия обозначения Nb для ниобия вместо Cb для колумбия.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ГОЛЫХ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ ЧИСТОГО АЛЮМИНИЯ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ



SFA-5.10/SFA-5.10M



(Идентично техническим условиям AWS A5.10/A5.10M:1999. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

Данные Технические условия содержат требования по классификации голых электродов и сварочных прутков из чистого алюминия и алюминиевых сплавов для использования при дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа, сварке кислородным пламенем и дуговой плазменной сварке.

РАЗДЕЛ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Нормативно-справочные документы

2.1 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты ANSI/AWS¹:

ANSI/AWS A5.01, "Металлы присадочные. Руководство по поставке".

2.2 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты ASTM²:

ASTM E 29, "Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям".

ASTM E 34, "Стандартные методы химического анализа алюминия и алюминиевых сплавов".

ASTM B 108, "Стандартные Технические условия для отливки постоянных литейных форм из алюминиевых сплавов".

ASTM E 142, "Стандартные методы контроля качества снимков при радиографическом контроле".

ASTM B 209, "Стандартные Технические условия для листов и пластин из алюминия и алюминиевых сплавов".

2.3 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты ISO³:

¹ Стандарты ANSI/AWS можно получить по адресу: the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Стандарты ASTM можно получить по адресу: the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

³ Стандарты ISO могут быть получены через Американский национальный институт стандартов (ANSI), 11 W. 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036.

ISO 864, "Дуговая сварка — Сплошные и трубчатые электродные проволоки, дающие углеродистую и марганцевоуглеродную стали. — Размеры проволоки, катушек, ободов и рулонов".

3. Классификация

3.1 Электроды и прутки, описанные в Технических условиях A5.10/A5.10M, классифицируются по независимой от Американской и международной системы единиц (SI). Классификация производится в соответствии с химическим составом присадочного металла, как указано в таблице 1, а также их эксплуатационной пригодности, как указано в секции 9, опытные сварные узлы и таблицы 2.

3.2 Любые присадочные металлы, испытанные и классифицированные как электроды, должны также быть классифицированы как сварочные прутки. Присадочные металлы, испытанные и классифицированные только как сварочные прутки, не должны быть классифицированы как электроды.

3.3 Электроды и прутки, классифицированные по этим Техническим условиям, предназначены для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, сварки кислородным пламенем и дуговой плазменной сварки, что, однако, не исключает их применения в других технологических процессах, для которых они могут подходить.

3.4 Присадочные металлы, содержащие более 0,0008 % по массе бериллия, не должны классифицироваться и использоваться как электроды (см. A12.3).

4. Приемка

Приемка⁴ изделия должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01, "Металлы присадочные. Руководство по поставке".

⁴ См. п. A3 Приемка (в приложении) относительно дополнительной информации о приемке и испытаниях поставляемых материалов и ANSI/AWS A5.01 "Металлы присадочные. Руководство по закупке".

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNSC	Процент по массе ^{a,b}									Прочие элементы		
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Каждого		Al
											Общее	число	
ER1100	A91100	d	d	0,05-0,20	0,05	—	—	—	0,10	—	0,05 ^e	0,15	99,0 мин ^f
R1100	A91100	d	d	0,05-0,20	0,05	—	—	—	0,10	—	0,05 ^e	0,15	99,0 мин ^f
ER1188 ^g	A91188	0,06	0,06	0,005	0,01	0,01	—	—	0,03	0,01	0,01 ^e	—	99,88 мин ^f
R1188 ^g	A91188	0,06	0,06	0,005	0,01	0,01	—	—	0,03	0,01	0,01 ^e	—	99,88 мин ^f
ER2319 ^h	A92319	0,20	0,30	5,8-6,8	0,20-0,40	0,02	—	—	0,10	0,10-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R2319 ^h	A92319	0,20	0,30	5,8-6,8	0,20-0,40	0,02	—	—	0,10	0,10-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER4009	A94009	4,5-5,5	0,20	1,0-1,5	0,10	0,45-0,6	—	—	0,10	0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R4009	A94009	4,5-5,5	0,20	1,0-1,5	0,10	0,45-0,6	—	—	0,10	0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER4010	A94010	6,5-7,5	0,20	0,20	0,10	0,30-0,45	—	—	0,10	0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R4010	A94010	6,5-7,5	0,20	0,20	0,10	0,30-0,45	—	—	0,10	0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R4011 ^k	A94011	6,5-7,5	0,20	0,20	0,10	0,45-0,7	—	—	0,10	0,04-0,20	0,05	0,15	Остаток
ER4043	A94043	4,5-6,0	0,8	0,30	0,05	0,05	—	—	0,10	0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R4043	A94043	4,5-6,0	0,8	0,30	0,05	0,05	—	—	0,10	0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER4047	A94047	11,0-13,0	0,8	0,30	0,15	0,10	—	—	0,20	—	0,05 ^e	0,15	Остаток
R4047	A94047	11,0-13,0	0,8	0,30	0,15	0,10	—	—	0,20	—	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER4145	A94145	9,3-10,7	0,8	3,3-4,7	0,15	0,15	0,15	—	0,20	—	0,05 ^e	0,15	Остаток
R4145	A94145	9,3-10,7	0,8	3,3-4,7	0,15	0,15	0,15	—	0,20	—	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER4643	A94643	3,6-4,6	0,8	0,10	0,05	0,10-0,30	—	—	0,10	0,15	0,05 ^e	0,15	Остаток
R4643	A94643	3,6-4,6	0,8	0,10	0,05	0,10-0,30	—	—	0,10	0,15	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER5183	A95183	0,40	0,40	0,10	0,50-1,0	4,3-5,2	0,05-0,25	—	0,25	0,15	0,05 ^e	0,15	Остаток
R5183	A95183	0,40	0,40	0,10	0,50-1,0	4,3-5,2	0,05-0,25	—	0,25	0,15	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER5356	A95356	0,25	0,40	0,10	0,05-0,20	4,5-5,5	0,05-0,20	—	0,10	0,06-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R5356	A95356	0,25	0,40	0,10	0,05-0,20	4,5-5,5	0,05-0,20	—	0,10	0,06-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER5554	A95554	0,25	0,40	0,10	0,50-1,0	2,4-3,0	0,05-0,20	—	0,25	0,05-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R5554	A95554	0,25	0,40	0,10	0,50-1,0	2,4-3,0	0,05-0,20	—	0,25	0,05-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
ER5556	A95556	0,25	0,40	0,10	0,50-1,0	4,7-5,5	0,05-0,20	—	0,25	0,05-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток
R5556	A95556	0,25	0,40	0,10	0,50-1,0	4,7-5,5	0,05-0,20	—	0,25	0,05-0,20	0,05 ^e	0,15	Остаток

ТАБЛИЦА 1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И
ПРУТКОВ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^c	Процент по массе ^{a, b}									Прочие элементы		
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Каждого	Общее число	Al
ER5654	A95654	i	i	0,05	0,01	3,1-3,9	0,15-0,35	—	0,20	0,05-0,15	0,05 ^e	0,15	Остаток
R5654	A95654	i	i	0,05	0,01	3,1-3,9	0,15-0,35	—	0,20	0,05-0,15	0,05 ^e	0,15	Остаток
R-206.0 ^j	A02060	0,10	0,15	4,2-5,0	0,20-0,50	0,15-0,35	—	0,05	0,10	0,15-0,30	0,05	0,15	Остаток
R-C355.0	A33550	4,5-5,5	0,20	1,0-1,5	0,10	0,40-0,6	—	—	0,10	0,20	0,05	0,15	Остаток
R-A356.0	A13560	6,5-7,5	0,20	0,20	0,10	0,25-0,45	—	—	0,10	0,20	0,05	0,15	Остаток
R-357.0	A03570	6,5-7,5	0,15	0,05	0,03	0,45-0,6	—	—	0,05	0,20	0,05	0,15	Остаток
R-A357.0 ^k	A13570	6,5-7,5	0,20	0,20	0,10	0,40-0,7	—	—	0,10	0,04-0,20	0,05	0,15	Остаток

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Присадочный металл должен анализироваться на наличие элементов значения, для которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа их количество должно быть определено для уверенности в том, что их количество не превышает пределы, установленные в графе "Прочие элементы".
- Единичные значения являются максимальными, если иное не указано особо.
- Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Количество силиката железа не должно превышать 0,95 %.
- Количество бериллия не должно превышать 0,0008 %.
- Содержание алюминия для беспримесного алюминия является разницей между 100,00 % и суммой всех других металлических элементов, присутствующих в количествах, равных или превышающих 0,010 % каждого, округленных до второго знака после запятой перед суммированием.
- Количество ванадия не должно превышать 0,05 %. Количество Галлия не должно превышать 0,03 %.
- Содержание ванадия должно быть на уровне 0,50-0,15 %. Содержание Циркония должно быть на уровне 0,10-0,25 %.
- Количество силиката железа не должно превышать 0,45 %.
- Количество олова не должно превышать 0,05 %.
- Содержание бериллия должно быть на уровне 0,04-0,07 %.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБУЕМЫЕ ТЕСТЫ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Химический анализ	Рентгенографический тест ^а (Электроды)	Валиковая проба (Прутки)
ER1100	X	X	—
R1100	X	—	X
ER1188	X	X	—
R1188	X	—	X
ER2319	X	X	—
R2319	X	—	X
ER4009	X	X	—
R4009	X	—	X
ER4010	X	X	—
R4010	X	—	X
R4011	X	—	X
ER4043	X	X	—
R4043	X	—	X
ER4047	X	X	—
R4047	X	—	X
ER4145	X	X	—
R4145	X	—	X
ER4643	X	X	—
R4643	X	—	X
ER5183	X	X	—
R5183	X	—	X
ER5356	X	X	—
R5356	X	—	X
ER5554	X	X	—
R5554	X	—	X
ER5556	X	X	—
R5556	X	—	X
ER5654	X	X	—
R5654	X	—	X
R-206.0	X	—	X
R-C355.0	X	—	X
R-A356.0	X	—	X
R-357.0	X	—	X
R-A357.0	X	—	X

ПРИМЕЧАНИЕ:

а. Присадочный металл, отвечающий требованиям рентгенографического теста как электрод, не требует тестирования в качестве прутка, как указано в п. 9.2.

5. Сертификация

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.⁵

6. Единицы измерения и правила округления значений

6.1 Данные Технические Условия используют как Американскую, так и Международную систему единиц (SI). Эти системы не являются полностью эквивалентными; поэтому каждая система должна использоваться независимо от другой без какой-либо комбинации значений. Технические Условия, обозначенные как A5.10, используют Американскую систему единиц, тогда как Технические Условия A5.10M используют значения в системе единиц СИ. Последние указаны в соответствующих колонках в таблицах и на рисунках, а в тексте обозначаются квадратными скобками [].

6.2 Для определения соответствия данным техническим условиям наблюдаемое или подсчитанное значение должно быть округлено до "ближайшей единицы" в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления ASTM E 29 "Результаты испытаний. Практика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям".

РАЗДЕЛ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

Требуемые для каждой классификации испытания приведены в таблице 2. Цель данных тестов состоит в определении химического состава присадочного металла, бездефектности металла сварного шва, полученного при дуговой сварке металлическим электродом в защитной газовой атмосфере, осадочных характеристик сварочных прутков. Металл основы опытного сварного узла, процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в секциях 9–12.

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, испытания повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Материалы для повторных испытаний могут быть взяты из исходного образца для испытаний или из одного или двух новых образцов. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют требованиям, то тестируемое изделие признается не соответствующим требованиям данных Технические Условия для этой классификации.

В случае, если в процессе подготовки или проведения тестирования были нарушены правила его проведения или подготовки образцов, то такой тест считается не действительным вне зависимости от того, был ли он действительно проведен и отвечали или не отвечали ли полученные результаты требованиям данных ТУ. Такое тестирование должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Требуются два опытных сварных узла:

(a) Опытная сборка сварного шва с разделкой кромок для определения эксплуатационной пригодности электродов и бездефектности металла сварного шва (см. рис. 1).

(b) Опытный сварной узел для валиковой пробы для определения эксплуатационной пригодности прутков (см. 9.4).

9.2 Тест на эксплуатационную пригодность должен проводиться с использованием электродов и сварочных прутков каждого размера. Присадочный металл, который удовлетворительно соответствует требованиям рентгенографического теста на бездефектность, при тестировании в качестве электрода, также может классифицироваться в качестве сварочного прутка без проведения валиковой пробы, необходимого для сварочного прутка. Присадочный металл, который удовлетворительно соответствует требованиям валикового теста, при тестировании в качестве сварочного прутка, должен тестироваться в качестве электрода и отвечать требованиям рентгенографического теста на бездефектность чтобы быть классифицированным в качестве электрода.

9.3 Сварной шов с разделкой кромок для теста на бездефектность и эксплуатационную пригодность электрода

9.3.1 Опытный узел должен быть подготовлен и сварен согласно рис. 1 и пп. 9.3.2–9.3.4 с использованием металла основы подходящего типа, указанного в таблице 3. Положение при сварке должно быть как указано на рис. 1 для различных размеров и классификаций электродов. Испытания узла проводятся согласно секции. 11, "Рентгенографические испытания".

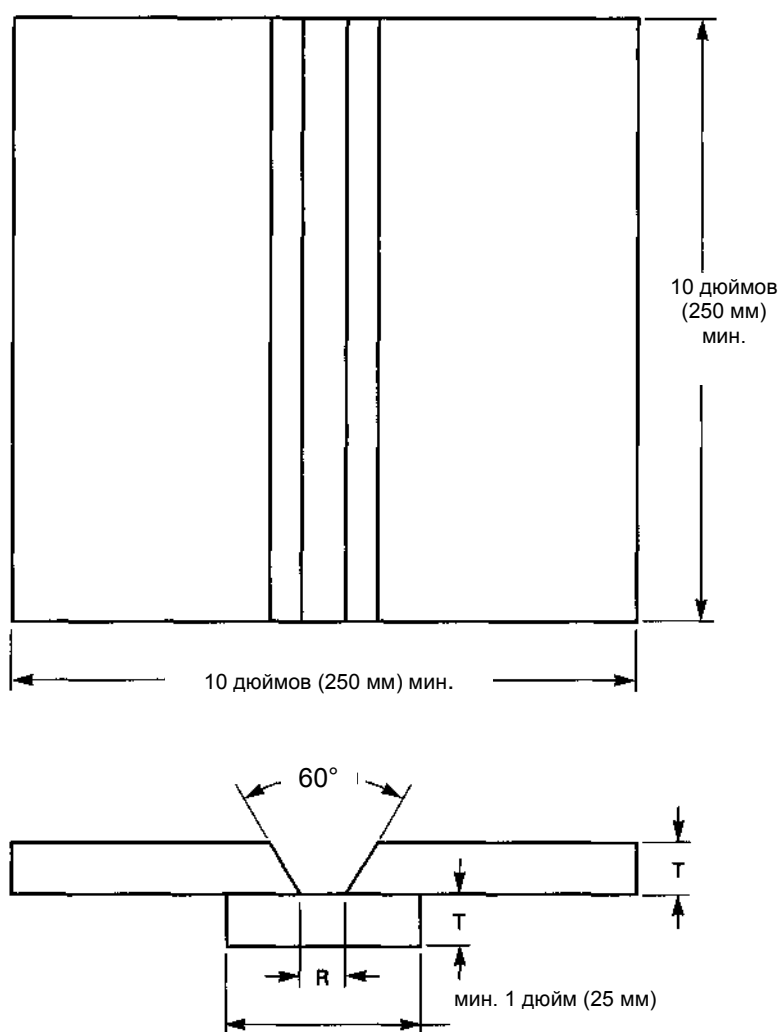
9.3.2 Сварка опытной сборки должна производиться при помощи сварки металлическим электродом в среде защитного газа с использованием способов и процедур, указанных производителем по причинам, не описанным в данном документе.

9.3.3 Размеры соединения сварного шва с разделкой кромок и положение при сварке должно быть как указано на рис. 1 для тестируемого диаметра электрода. Материал подкладки должен быть того же типа, что и основной металл испытательной пластины.

9.3.4 Опытная сборка должна находиться при температуре не менее 60 °F [16 °C] при проведении первого и последующих сварочных проходов. Также начальная температура и температура между проходами не должна превышать 150 °F [66 °C].

⁵ См. п. A4 Аттестация (в приложении) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

РИС. 1 ОПЫТНЫЙ СВАРНОЙ УЗЕЛ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК



Диаметр электрода		Толщина пластины, Т (прим. С)		Номинальный зазор между кромками, R		Положение при сварке
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	
0,030	0,8	$\frac{3}{16}$	5 или	$\frac{1}{4}$	6,5	Потолочная
0,035	0,9	или $\frac{1}{4}$	6,5			
$\frac{3}{64}$	1,0	$\frac{1}{4}$	6,5	$\frac{1}{4}$	6,5	Потолочная
	1,2	$\frac{1}{4}$	6,5	$\frac{1}{4}$	6,5	
$\frac{1}{16}$	1,6	$\frac{3}{8}$	10	$\frac{3}{8}$	10	Потолочная
	2,0	$\frac{3}{8}$	10	$\frac{3}{8}$	10	
$\frac{3}{32}$	2,4	$\frac{3}{8}$	10	$\frac{3}{8}$	10	Плоская
	2,5	$\frac{3}{8}$	10	$\frac{3}{8}$	10	
$\frac{1}{8}$	3,2	$\frac{3}{8}$	10	$\frac{1}{2}$	13	Плоская

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (а) Образец должен вариться с использованием дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа.
 (б) Образцы могут подвергаться механической обработке или экструдированию как один раскат, если указанные размеры поддерживаются тестируемым размером электрода.
 (с) Допустимые отклонения в $\pm 5\%$ от указанной толщины пластины являются приемлемыми.

Электрод и пруток Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Основной металл ¹ (Обозначение Алюминиевой Ассоциации) ²
ER1100, R1100, ER1188, R1188	1060, 1100, 1350 или 3003
ER2319, R2319, ER4145, R4145	2014, 2219 или 3003
ER 4009, R4009, ER4010, R4010 R4011, ER4043, R4043, ER4047, R4047, ER4643, R4643	3003 или 6061
ER5183, R5183, ER5356, R5356 ER5554, R5554, ER5556, R5556, ER5654, R5654	{ 3004, 5052, 5083, 5086 5154, 5454 или 5456
R-206.0	206.0, 2014, 2219 или 3003
R-C355.0	355.0, C355.0 или 3003
R-A356.0, R357.0, R-A357.0	{ 356.0, A356.0, 357.0, A357.0 или 3003

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Все обработанные давлением базовые сплавы 1060, 1100, 2014, 2219, 3003, 3004, 5052, 5083, 5086, 5154, 5454 и 6061 включены в ASTM B209. Литые базовые сплавы 355.0, C355.0, 356.0, A356.0, 357.0 и A357.0 включены в ASTM B108.
2. The Aluminum Association, Inc., 900 19th Street, N.W., Suite 300, Washington, DC 20006.

9.4 Валиковая проба для определения эксплуатационной пригодности сварочных прутков

9.4.1 Опытная сборка должна состоять из листа или пластины приблизительно 6 дюймов [150 мм] на 12 дюймов [300 мм], сварка должна проводиться как указано в п. 9.4.2, с использованием основного металла, соответствующего типа, указанного в таблице 3. Испытания узла проводятся согласно секции 12, "Валиковая проба".

9.4.2 Сварка опытного образца должна проводиться в плоской позиции при помощи дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа с использованием переменного тока и аргоновой защитной атмосферы. Толщина испытательной пластины и сварочный ток должны соответствовать типу тестируемого прутка.

9.4.3 По завершении валикового теста сварной шов должен исследоваться визуально (зрение должно быть скорректировано до нормального) и шов должен отвечать требованиям, изложенным в секции 12, "Валиковый тест".

9.4.4 Присадочный пруток, удовлетворяющий требованиям валикового испытания с использованием дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, может также использоваться при сварке кислородом и плазменной сварке.

10. Химический анализ

10.1 Образец присадочного металла или соответствующей заготовки следует подготовить для химического анализа.

10.2 Анализ образца проводится принятыми аналитическими методами.⁶ Проверочным методом является метод ASTM E 34,

⁶ Смотрите Секцию A10 (в приложении) для дополнительной информации касательно общепринятых аналитических методов.

"Стандартные методы Химического Анализа Алюминия и Алюминиевых сплавов".

10.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 для классификации испытываемых электродов или прутков.

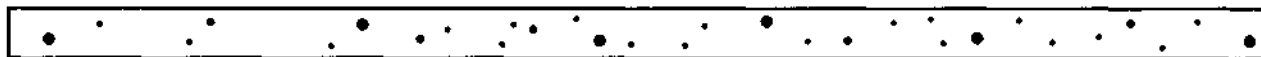
11. Рентгенографическое испытание

11.1 Сварной шов с разделкой кромок, описанный в п. 9.3 и показанный на рис. 1, должен быть подвергнут рентгенографическому исследованию для определения бездефектности металла сварного шва и для определения эксплуатационной пригодности электрода. При подготовке к рентгенографическому испытанию подкладка должна быть удалена, и обе поверхности сварного шва гладко обработаны или отшлифованы. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации рентгенограмм.

11.2 Рентгенография сварного шва должна проводиться в соответствии с методом ASTM E 142, "Стандартные методы контроля качества снимков при радиографическом контроле". Уровень качества контроля должен составлять 2-2T.

11.3 Бездефектность металла сварного шва и эксплуатационная пригодность электрода отвечает требованиям данных технических условий, если рентгенограмма не показывает наличия трещин, непроваров, скругленные индикаторные следы не превышают пределов, установленных рентгенографическими стандартами на рис. 2 для опытных сборок, сваренных в верхнем положении для электродов с размерами до $1/16$ дюйма [1,6 мм] включительно и на рис. 3 для опытных сборок, сваренных в плоском положении, для электродов с размерами свыше $1/16$ дюйма [1,6 мм].

РИС. 2А СТАНДАРТЫ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИЕМКИ ДЛЯ ОПЫТНЫХ СБОРОК ПРИ СВАРКЕ В ВЕРХНЕМ ПОЛОЖЕНИИ



Разнообразные скругленные индикаторные следы

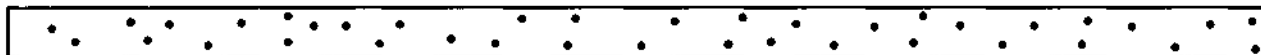
Разрешенный размер 0,050 дюйма (1,3 мм) максимум

Разрешенное число на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва - 72

Большие: до 0,050 дюймов (1,3 мм) – 6 разрешено

Средние: до 0,031 дюймов (0,8 мм) – 6 разрешено

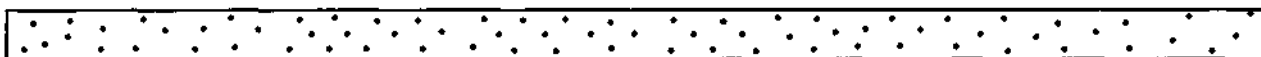
Маленькие: до 0,020 дюймов (0,5 мм) – 6 разрешено



Средние скругленные индикаторные следы

Разрешенный размер 0,030 дюймов (0,8 мм) максимум

Разрешенное число на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва – 39



Маленькие скругленные индикаторные следы

Разрешенный размер 0,020 дюймов (0,5 мм) максимум

Разрешенное число на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва – 72

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- При пользовании данными эталонами та карта, которая наиболее точно дает представление о размерах скругленных следов на рентгенограмме испытываемого образца, должна быть использована для определения соответствия данным рентгенографическим эталонам.
- Индикаторные следы, размеры которых не превышают $\frac{1}{64}$ дюйма (0,4 мм) в диаметре или в длине, или в обоих, не должны рассматриваться.
- Общая площадь пористости на 6 дюймах (150 мм) длины сварного шва составляет 0,0225 кв. дюймов (14,52 кв. мм), исходя из 1,5 % Т на дюйм (25 мм), где Т - толщина основного металла.

При проведении рентгенографии, используются только центральные 6 дюймов [150 мм] испытательного образца, а вся остальная часть сварного шва не оценивается.

Скругленный индикаторный след – это след на рентгенограмме, длина которого превышает ширину не более чем в три раза. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь "хвосты". Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая любой возможный "хвост". Следы, наибольший размер которых не превышает $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм] можно пренебречь. Опытные узлы с индикаторными следами большими, чем наибольшие скругленные следы, допустимые рентгенографическими эталонами, не отвечают требованиям данных технических условий.

11.4 Сварной шов с разделкой кромок, созданный с использованием электрода и отвечающий требованиям рентгенографического исследования, может также классифицироваться как сварочный прутки по данным техническим условиям без проведения теста, описанного в п. 9.4.

12. Валиковая проба

12.1 Тестируемый присадочный прутки в соответствии с п. 9.4 должен образовывать свободнотекущий и однородный металл без брызг и иных неоднородностей. Получаемый металл сварного шва должен быть гладким и однородным, без видимых следов трещин или пористости.

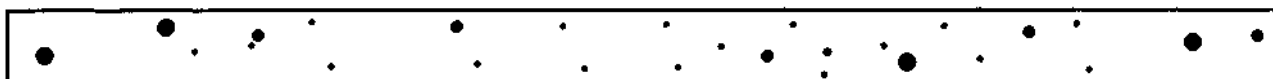
12.2 Если присадочный металл удовлетворяет требованиям валикового теста при тестировании в качестве сварочного прутка, он так же должен проходить тестирование в качестве электрода при классифицировании в качестве такового.

РАЗДЕЛ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

13. Способ изготовления

Электроды и прутки, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит

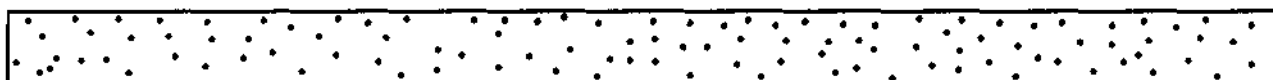
Рис. 2В СТАНДАРТЫ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИЕМКИ ДЛЯ ОПЫТНЫХ СБОРОК ПРИ СВАРКЕ В ВЕРХНЕМ ПОЛОЖЕНИИ

**Разнообразные скругленные индикаторные следы**

Разрешенный размер 0,075 дюймов (1,9 мм) максимум

Разрешенное количество на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва составляет 26 со следующими ограничениями:

Большие:	до 0,075 дюймов (1,9 мм) – 4 разрешено
Средние:	до 0,049 дюймов (1,3 мм) – 5 разрешено
Маленькие:	до 0,020 дюймов (0,5 мм) – 17 разрешено

**Маленькие скругленные индикаторные следы**

Разрешенный размер 0,020 дюймов (0,5 мм) максимум

Разрешенное число на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва – 108

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- При пользовании данными эталонами та карта, которая наиболее точно дает представление о размерах скругленных следов на рентгенограмме испытуемого образца, должна быть использована для определения соответствия данным рентгенографическим эталонам.
- Индикаторные следы, чьи размеры не превышают $\frac{1}{64}$ дюйма (0,4 мм) в диаметре или в длине, или в обоих, должны быть игнорированы.
- Общая площадь пористости на 6 дюймах (150 мм) длины сварного шва составляет 0,0337 кв. дюймов (21,7 кв. мм) исходя из 1,5 % Т на дюйм (25 мм), где Т – толщина основного металла.

СТАНДАРТЫ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИЕМКИ ДЛЯ ОПЫТНЫХ СБОРОК ТОЛЩИНОЙ $\frac{3}{8}$ дюйма (10 мм)

Эти стандарты рентгенографической приемки идентичны стандартам, описанным ранее в MIL-E-16053L (Исправление 2, 20 октября 1980 г.) и в класс 3 NAVSEA 0900-LP-003-9000 (см. приложение A5.)

получение материалов, отвечающих требованиям данных технических условий.

14. Стандартные размеры

14.1 Стандартные размеры для круглых присадочных металлов при поставке в разных формах упаковки: прямых, в рулонах без поддержки и катушках показаны в таблице 4. Диаметры литых прутков в прямом виде являются приблизительными без оговоренных допусков.

14.2 Типичные размеры для прямых сварочных прутков некруглых форм указаны в таблице 5. Площадь сечения таких прутков должна быть эквивалентна пруткам круглого сечения того же номинального диаметра, указанного в таблице 5.

15. Чистовая обработка и однородность

15.1 Все присадочные металлы должны иметь гладкую поверхность, свободную от расщепов, выбоин, царапин, окалины, складок, наплывов и других дефектов, могущих повлиять на характеристики сварки, работу сварочного оборудования или свойства металла сварного шва.

15.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть произведен из одной партии материала, и сварной шов, в процессе сварки должен быть сделан, таким образом, чтобы обеспечить равномерное непрерывное поступление присадочного металла на автоматическом и полуавтоматическом сварочном оборудовании.

16. Стандартные формы упаковки

16.1 Стандартными формами упаковки являются прямые отрезки, рулоны без поддержки и катушки. Стандартные размеры упаковки и веса для каждой формы поставки даны в таблице 6. Иные типы упаковки, размеры и веса должны оговариваться между покупателем и поставщиком.

16.2 Размеры стандартных катушек указаны на рис. 4 и 5. Катушки должны быть спроектированы таким образом, чтобы избежать их деформации и деформации присадочного металла при нормальной эксплуатации, и должны быть достаточно чистыми и сухими для поддержания чистоты присадочного металла.

17. Требования по намотке

17.1 Присадочные металлы на катушках и в рулонах без поддержки должны быть намотаны, так чтобы избежать появления петель, волн, резких перегибов, перехлестов или заклинивания, позволяя присадочному металлу разматываться свободно.

ТАБЛИЦА 4
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ^a

Стандартная форма упаковки	Диаметр		Допуски	
	дюйм ^b	мм	дюйм	мм
Прямые и в рулонах без поддержки ^{c, d}	¹ / ₁₆	(0,062)	1,6	
		(0,079)	2,0	
	³ / ₃₂	(0,094)	2,4	
		(0,098)	2,5	
	¹ / ₈	(0,125)	3,2	+0,001
				+0,03
	⁵ / ₃₂	(0,156)	4,0	-0,002
				-0,05
Катушки 4 дюйма (100 мм) и 8 дюймов (200 мм)	³ / ₁₆	(0,187)	4,8	
		(0,197)	5,0	
	¹ / ₄	(0,250)	6,4	
	0,030		0,8	
	0,035		0,9	
		(0,039)	1,0	+0,001
	³ / ₆₄	(0,047)	1,2	-0,002
		(0,062)	1,6	-0,05
Катушки 12 дюймов (300 мм)	0,030		0,8	
	0,035		0,9	
		(0,039)	1,0	
	³ / ₆₄	(0,047)	1,2	
	¹ / ₁₆	(0,062)	1,6	+0,001
		(0,079)	2,0	-0,002
	³ / ₃₂	(0,094)	2,4	-0,05
		(0,098)	2,5	
Катушки 13- ¹ / ₂ дюйма (340 мм)	¹ / ₈	(0,125)	3,2	
	¹ / ₁₆	(0,062)	1,6	
		(0,079)	2,0	
	³ / ₃₂	(0,094)	2,4	+0,001
		(0,098)	2,5	-0,002
	¹ / ₈	(0,125)	3,2	+0,03
				-0,05

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Размеры, допуски и формы поставки (для круглых присадочных металлов) иных, чем указанные должны устанавливаться по договору между покупателем и поставщиком.
- (b) Десятичные части дюйма получены путем перевода с соответствующим округлением.
- (c) Для литых прутков в прямых отрезках допуски не задаются.
- (d) Длина кованых прутков должна быть 36 дюймов, +0, -¹/₂ дюйма (приблизительно 900 ± 20 мм). Длина литых прутков должна быть 18 дюймов, ± ¹/₂ дюйма (450 мм ± 2 %).
- (e) В ISO 864 метрические размеры не указаны.

ТАБЛИЦА 5
ТИПИЧНЫЕ РАЗМЕРЫ ДЛЯ НЕКРУГЛЫХ ПРУТКОВ^a

Эквивалентный круглый диаметр		Толщина		Ширина	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
¹ / ₁₆	1,6	0,047	1,2	0,072	1,8
	2,0 ^b		1,5		2,1
³ / ₃₂	2,4	0,070	1,8	0,105	2,7
	2,5 ^b		1,9		2,6
¹ / ₈	3,2	0,095	2,4	0,142	3,6
⁵ / ₃₂	4,0	0,115	2,9	0,175	4,4
³ / ₁₆	4,8	0,140	3,6	0,210	5,3
	5,0 ^b		3,8		5,2
¹ / ₄	6,4	0,187	4,8	0,280	7,1

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Стандартная длина должна быть 36 дюймов, +0, -¹/₂ дюйма (900 мм ± 2 %).

b. Метрические размеры обычно недоступны в США.

Внешний конец присадочного металла (конец с которого начинается сварка) должен быть обозначен так, чтобы его было легко обнаружить и должен быть закреплен для предотвращения разматывания.

17.2 Верхний слой намотанного на катушку электрода или прутка не должен быть ближе, чем на ¹/₈ дюйма [3 мм] к наружному диаметру фланцев.

17.3 Укладка и спиральность присадочного металла на катушках должны быть такими, чтобы обеспечивалась их непрерывная подача в автоматическое и полуавтоматическое оборудование.

18. Маркировка присадочного металла

18.1 Информация об изделиях и мерах предосторожности, требующаяся согласно секции 20, "Маркировка упаковок", должна быть продублирована на каждом рулоне и катушке.

18.2 Рулоны без бобин должны быть снабжены биркой, содержащей упомянутую информацию, надежно закрепленной на внутреннем конце бухты.

18.3 Катушки должны содержать эту информацию на наружной стороне, по крайней мере, одного из фланцев.

19. Упаковка

Присадочные металлы должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

20. Маркировка упаковок

20.1 На каждой упаковке должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) Номер технических условий AWS⁷ и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить).

(b) Название и торговый знак фирмы-изготовителя.

(c) Размер и масса нетто

(d) Номер партии, контроля или плавки.

20.2 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки сварочных материалов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению данную информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может привести к повреждению глаз и вызывает ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед использованием прочтите и уясните инструкции изготовителя, паспорта безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма.
- Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Применяйте подходящие средства защиты глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.

⁷ Изделия, поставляющиеся в Американской системе единиц, должны быть маркированы как A5.10. При соответствии всех размеров и требований ТУ A5.10M изделие может иметь маркировку A5.10/A5.10M.

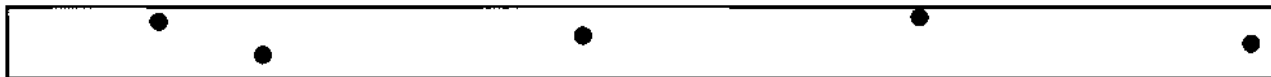
РИС. 3 СТАНДАРТЫ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ ПРИЕМКИ ДЛЯ ОПЫТНЫХ СБОРОК ПРИ СВАРКЕ В ПЛОСКОМ ПОЛОЖЕНИИ

**Разнообразные скругленные индикаторные следы**

Разрешенный размер 0,075 дюймов (1,9 мм) максимум

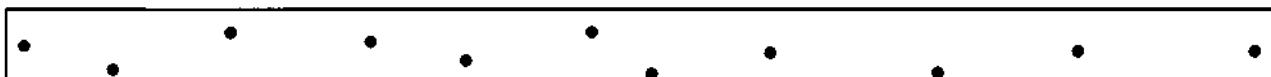
Разрешенное количество на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва составляет 17 со следующими ограничениями:

- Большие: до 0,075 дюймов (1,9 мм) – 3 разрешено
- Средние: до 0,049 дюймов (1,3 мм) – 3 разрешено
- Маленькие: до 0,020 дюймов (0,5 мм) – 11 разрешено

**Крупные скругленные индикаторные следы**

Разрешенный размер 0,075 дюймов (1,9 мм) максимум

Разрешенное число на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва – 5

**Средние скругленные индикаторные следы**

Разрешенный размер 0,049 дюймов (1,3 мм) максимум

Разрешенное число на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва – 11

**Маленькие скругленные индикаторные следы**

Разрешенный максимальный размер 0,020 дюймов (0,5 мм)

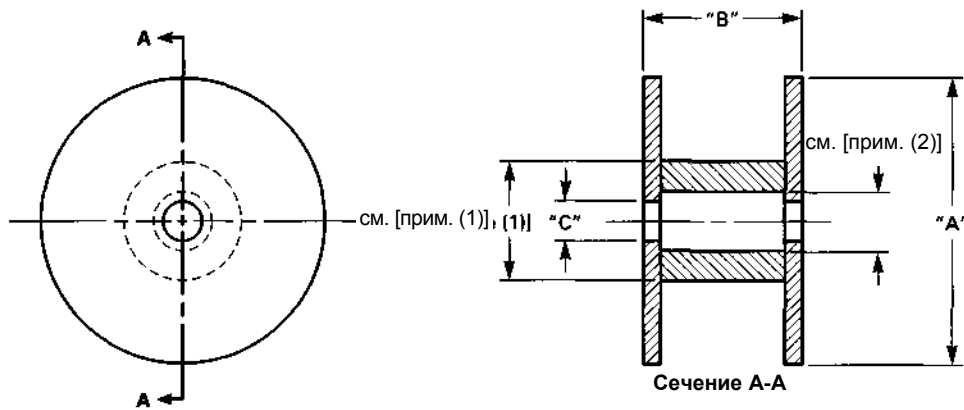
Разрешенное число на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва – 72

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

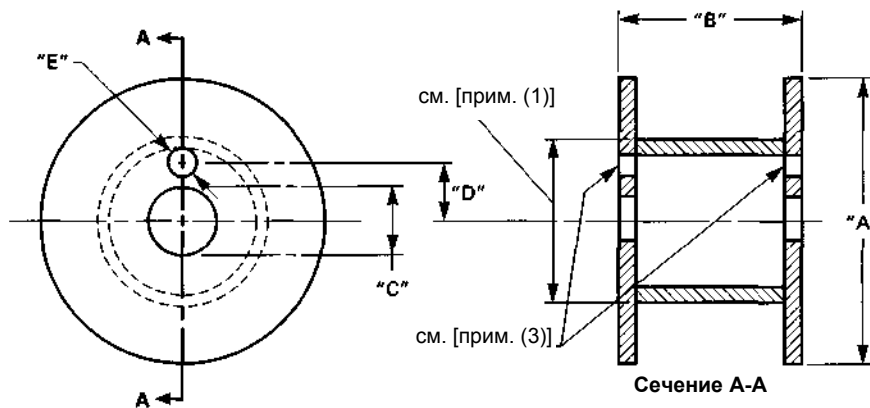
- (а) При пользовании данными эталонами та карта, которая наиболее точно дает представление о размерах скругленных следов на рентгенограмме испытуемого образца, должна быть использована для определения соответствия данным рентгенографическим эталонам.
- (б) Индикаторные следы, чьи размеры не превышают $\frac{1}{64}$ дюйма (0,4 мм) в диаметре или в длине, или в обоих, должны быть игнорированы.
- (с) Общая площадь пористости на 6 дюймах (150 мм) длины сварного шва составляет 0,0225 кв. дюймов (14,52 кв. мм) исходя из 1,0 % Т на дюйм (25 мм), где Т – толщина основного металла.

Эти стандарты рентгенографической приемки идентичны стандартам, описанным ранее в MIL-E-16053L (Исправление 2, 20 октября 1980 г.) и в класс 1 NAVSEA 0900-LP-003-9000 (см. приложение A5.)

РИС. 4 РАЗМЕРЫ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 4, 8 И 12 ДЮЙМОВ (100, 200 И 300 ММ)



Размеры стандартной катушки на 4 дюйма (100 мм)

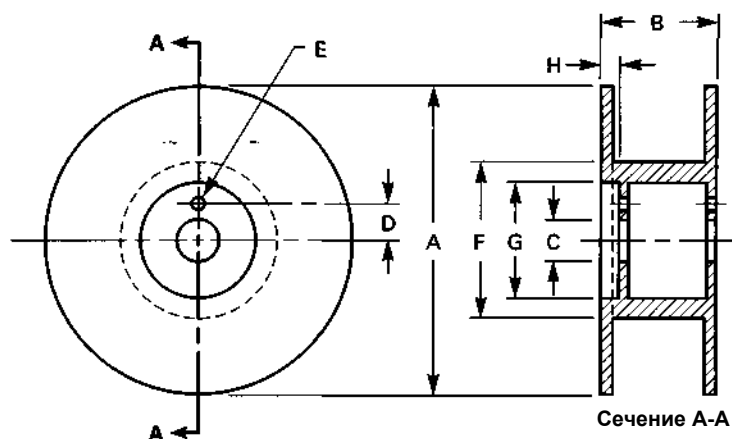


Размеры стандартной катушки на 8 и 12 дюймов (200 и 300 мм)

		4 дюйма (100 мм)		8 дюймов (200 мм)		12 дюймов (300 мм)	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, макс. [примечание (4)]	4,0	102	8,0	203	12	305
	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103
B	Допуск	+0,03	+0, -2	+0,03	+0, -3	+0,06	+0, -3
	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5
C	Допуск	+0,01, -0	+1, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0
	Межосевое расстояние	—	—	1,75	44,5	1,75	44,5
D	Допуск	—	—	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5
	Диаметр [примечание (3)]	—	—	0,44	10	0,44	10
E	Допуск	—	—	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0
		—	—				

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Внешний диаметр бобины должен обеспечивать поступление присадочного металла.
- (2) Внутренний диаметр бобины должен быть таким, чтобы при разбухании бобины или смещения бобины относительно фланцев не привело к тому, что внутренний диаметр бобины был меньше внутреннего диаметра фланцев.
- (3) Отверстия делаются на каждом фланце, однако они не должны быть выровнены в одну линию. Для катушек диаметром 4 дюйма (100 мм) не требуется наличие отверстия для транспортировки.
- (4) Метрические размеры и допуски, соответствующие ISO 864, кроме "A", указывают ± допуски на номинальный диаметр, в отличие от допуска только на плюс, который показан здесь как максимальный.

РИС. 5 РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНОЙ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 13¹/₂ ДЮЙМА (340 ММ)

		дюйм	мм
A	Диаметр	13,50	342
	Допуск	-0,063, +0	±1
B	Ширина	5,125	130
	Допуск	+0,063	±1,6
C	Диаметр	2,03	50,5
	Допуск	-0, +0,006	+2,5, -0
D	Межосевое расстояние	1,75	44,5
	Допуск	±0,02	±0,5
E	Диаметр	0,44	10
	Допуск	±0, -0,06	+1, -0
F	Диаметр	7,0	177,5
	Допуск	±0,031	±1
G	Диаметр	5,0	127
	Допуск	±0,031	±0,8
H	Паз	1,125	31
	Допуск	+0,125, -0	±2

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Отверстия делаются на каждом фланце, однако они не должны быть выровнены в одну линию.

- См. стандарт ANSI Z49.1, "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах", опубликованный Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, FL 33135; и стандарты по технике безопасности и охране

труда OSHA 29 CFR 1910, имеющиеся в Правительственной типографии США, Washington, DC 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ.

ТАБЛИЦА 6
СТАНДАРТНЫЕ УПАКОВКИ, РАЗМЕРЫ И ВЕС ^a

Тип упаковки ^b	Номинальный вес нетто	
	фунт	кг
Прямые отрезки	5	2,5
	10	5
	25	10
	50	25
Рулоны без поддержки ^c	25	10
	50	25
Катушки^d		
дюйм	мм	
4	100	1 0,5
8	200	5 2,5
12	300	10-26 5-12
13-1/2	340	30 15

ПРИМЕЧАНИЯ

- a. Диаметры для всех длин и типов присадочных металлов даны в таблице 4.
- b. В каждой упаковке должно находиться не более одной классификации и размера изделия.
- c. Размеры рулонов должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- d. Размеры стандартных катушек указаны на рис. 4 и 5.

Приложение А

Руководство к Техническим условиям AWS на голые сварочные электроды и прутки из чистого алюминия и алюминиевых сплавов

(Данное руководство не является частью документа AWS A5.10/A5.10M:1999 *Технические условия для сварочных электродов и прутков из чистого алюминия и алюминиевых сплавов*, а включено в него только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию присадочных металлов с их предполагаемым применением, чтобы технические условия использовались эффективно. Везде, где это возможно, имеются ссылки на соответствующие сплавы основного металла. Такие ссылки предназначены служить скорее примером, нежели полным перечнем материалов, для которых пригоден каждый из присадочных металлов.

A2. Система классификации

A2.1 И электроды, и сварочные прутки классифицированы на основе химического состава алюминиевого присадочного металла, а также на основе их эксплуатационной пригодности. Классификация AWS, использованная в данных Технических условиях, основана на следующих принципах.

A2.2 Обозначения сплавов Алюминиевой ассоциации использованы в качестве числовой части обозначения для идентификации сплава и, таким образом, для определения его химического состава.

A2.3 Буквенный префикс обозначает эксплуатационную пригодность присадочного металла. Буквенная система обозначения классификаций присадочных металлов в данных Технических условиях повторяет стандартный шаблон, используемый в других Технических условиях AWS для присадочных металлов. Префикс "E" обозначает, что присадочный металл подходит для использования в качестве электрода, а префикс "R" – для использования в качестве сварочного прутка. Поскольку некоторые присадочные металлы используются в качестве электродов при дуговой сварке металлическим электродом в защитной газовой атмосфере, и в качестве присадочных прутков при сварке в кислородном пламени, дуговой сварке вольфрамовым электродом и плазменно-дуговой сварке, то для них используются обе буквы "ER" для обозначения их применимости и в качестве электрода, и в качестве сварочного прутка. В любом случае, изделие, отвечающее тестовым требованиям для электродов в данных Технических условиях, и тестирувшееся в качестве присадочного прутка, должно также пройти тестирование в качестве электрода перед тем, как быть классифицированным в качестве такового.

A2.4 В настоящее время Международным сварочным институтом (IIW) разрабатывается международная система обозначения сварочных присадочных металлов для использования в будущих технических условиях, выпущенных Международной организацией по стандартам (ISO). В таблице A1

показаны предлагаемые обозначения для алюминиевых присадочных металлов. В этой системе начальная "S" обозначает сплошную проволоку или прутки, буква "A" – систему сплавов, после нее находится четырехзначный номер. Для алюминиевых сплавов четырехзначный номер является общепринятым в международной классификации, за исключением литых прутков, которые обозначаются четырехзначным номером по UNS (Унифицированная система числового обозначения) (см. таблицу A1).

A2.5 Незначительные изменения в процессе изготовления алюминиевых присадочных металлов могут сказаться на качестве их поверхности, что, в свою очередь, может значительно сказаться на бездефектности сварного шва. Тест на эксплуатационную пригодность электродов должен проводиться время от времени для проверки соответствия изделия данным Техническим условиям и требованиям по бездефектности.

Поставщик должен проводить тесты на эксплуатационную пригодность, описанные в данных Технических условиях, как минимум, раз в год для подтверждения соответствия заявленной бездефектности и эксплуатационных характеристик. Покупателю при покупке алюминиевых присадочных металлов для определения набора и частоты тестовой выборки следует руководствоваться документом ANSI/AWS A5.01 *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, указанных в данных Технических условиях, должна проводиться в соответствии с ANSI/AWS. В документе A5.01 *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"* говорится следующее. Любое испытание, проведения которого покупатель требует от поставщика в отношении материала, поставляемого в соответствии с данными Техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе покупателя в соответствии с положениями ANSI/AWS A5.01 *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*. При отсутствии такого заявления в заказе поставщик может отгружать материал по результатам испытаний, обычно проводимых для данного класса припоя, как указано в спецификации F, таблица 1 стандарта ANSI/AWS A5.01. Испытание в соответствии с любой другой спецификацией в данной таблице должно быть специально оговорено в заказе покупателя. В таких случаях приемка отгруженного материала будет соответствовать данным требованиям.

ТАБЛИЦА А1
РУКОВОДСТВО ПО ОБОЗНАЧЕНИЮ

Обозначение состава по AWS a	Номер по UNS	Рекомендуемое обозначение ISO b	Обозначение эксплуатационной пригодности	Номер классификации AWS c	Обозначение ISO, Число + эксплуатационная пригодность d
1100	A91100	SA1100	ER	ER1100	ER SA1100
			R	R1100	R SA1100
1188	A91188	SA1188	ER	ER1188	ER SA1188
			R	R1188	R SA1188
2319	A92319	SA2319	ER	ER2319	ER SA2319
			R	R2319	R SA2319
4009	A94009	SA4009	ER	ER4009	ER SA4009
			R	R4009	R SA4009
4010	A94010	SA4010	ER	ER4010	ER SA4010
			R	R4010	R SA4010
4011	A94011	SA4011	R	R4011	R SA4011
4043	A94043	SA4043	ER	ER4043	ER SA4043
			R	R4043	R SA4043
4047	A94047	SA4047	ER	ER4047	ER SA4047
			R	R4047	R SA4047
4145	A94145	SA4145	ER	ER4145	ER SA4145
			R	R4145	R SA4145
4643	A94643	SA4643	ER	ER4643	ER SA4643
			R	R4643	R SA4643
5183	A95183	SA5183	ER	ER5183	ER SA5183
			R	R5183	R SA5183
5356	A95356	SA5356	ER	ER5356	ER SA5356
			R	R5356	R SA5356
5554	A95554	SA5554	ER	ER5554	ER SA5554
			R	R5554	R SA5554
5556	A95556	SA5556	ER	ER5556	ER SA5556
			R	R5556	R SA5556
5654	A95654	SA5654	ER	ER5654	ER SA5654
			R	R5654	R SA5654
206.0	A02060	SA0206	R	R206.0	R SA0206
C355.0	A33550	SA3355	R	R-C355.0	R SA3355
A356.0	A13560	SA1356	R	R-A356.0	R SA1356
357.0	A03570	SA0357	R	R357.0	R SA0357
A357.0	A13570	SA1357	R	R-A357.0	R SA1357

ПРИМЕЧАНИЯ

- a. Номер обозначения химического состава по AWS является таким же, как и номер обозначения Аллюминиевой ассоциации.
- b. Предлагаемый ISO номер обозначения содержит четыре последних разряда номера по UNS для обработанных давлением сплавов (IIW doc. XII-1232-91). Для литых сплавов в обозначении ISO предлагается использовать четыре первых разряда номера по UNS.
- c. Номер классификации AWS является комбинацией обозначения химического состава по AWS плюс обозначение эксплуатационной пригодности по AWS.
- d. Обозначение эксплуатационной пригодности по AWS используется в качестве префикса обозначения ISO.

A4. Сертификация

Сам факт размещения обозначения технических условий AWS и классификационных обозначений на упаковке электродов или маркировка самого изделия представляет собой сертификацию поставщиком (или изготовителем) соответствия изделия требованиям данных Технических условий.

Единственным безоговорочным требованием в отношении испытаний при такой сертификации является действительное проведение изготовителем испытаний, требуемых согласно Техническим условиям, в отношении представительной выборки поставляемого материала и соответствие результатов этих испытаний требованиям Технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данной классификации, имеющая одинаковый состав. Сертификация не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. Основанием для сертификации, необходимой согласно техническим условиям, является классификационное испытание вышеуказанной "представительной выборки твердого припоя" и программа обеспечения качества изготовителя, рассмотренная в ANSI/AWS A5.01 "Металлы присадочные. Руководство по поставке".

A5. Применение военных и федеральных технических условий

При прекращении действия (7 июня 1982 г.) военных технических условий MIL-E-16053L, обновление 2 (20 октября 1980 г.) "Электроды, сварка чистым алюминием и его сплавами", технические требования были аналогичными документу AWS A5.10-80. И те, и другие технические условия описывали одинаковые алюминиевые сплавы, составы, сварочные тесты и рентгенографические стандарты. Уведомление о прекращении действия технических условий MIL-E-16053L также прекратило действие Списка квалифицированных продуктов (Qualified Products List) QPL-16053, и в нем указывается, что в будущем приобретение электродов должно производиться в соответствии с ANSI/AWS A5.10-80 "Сварочные электроды и прутки из алюминия и его сплавов".

Федеральные технические условия QQ-R-566B "Прутки и электроды, сварка, алюминий и алюминиевые сплавы" были фактически аналогичны техническим условиям AWS A5.10 на момент выхода 5 июля 1973 г. и находились в процессе обновления к моменту прекращения действия технических условий MIL-E-16053L. Поэтому 29 ноября 1982 г. действие федеральных технических условий QQ-R-566B было также прекращено в связи с рекомендацией использовать последнюю редакцию стандарта ANSI/AWS A5.10 в части, касаемой сварочных прутков и электродов из алюминиевых сплавов. Прямые отрезки, намотки, прутки на катушках для сварки в кислородном пламени и дуговой сварки вольфрамовым электродом также были включены в QQ-R-566B наряду с электродами в катушках для дуговой сварки металлическим электродом. Таким образом, общее содержание было таким же, как и в ANSI/AWS A5.10.

Технические условия AWS A5.10/A5.10M являются классификационным документом, определяющим испытания и критерии приемки для определения соответствия изделия требованиям данных Технических условий. Данные испытания должны проводиться только при значительных

изменениях в производственном процессе. Данные тесты становятся частью процесса поставки только при использовании в сочетании с ANSI/AWS A5.01 "Металлы присадочные. Руководство по поставке", которое определяет классификацию партии, уровень тестирования и частоту проведения тестов.

Для проведения специфических тестов, ранее требуемых в Технических условиях MIL-E-16053L и QQ-R-566B, применяются следующие определения партии и уровни тестирования, определенные в ANSI/AWS A5.01:

<u>Определение партии</u>	<u>ANSI/AWS A5.01 Классификация</u>
Партия состоит из чистых цельных электродов или прутков, чья масса не превышает 100 000 фунтов (45 000 кг) одного типа, размера, формы и состояния отпуса, определенного путем контроля химического состава	Класс S2
<u>Испытания</u>	<u>Перечень уровня тестирования</u>
a. Соответствие предельным значениям по химическому составу	Пер. H, I или J
b. Сварочные тесты на поставляемой партии	Пер. I или J
c. Визуальное обследование диаметров и чистовой обработки	Обязательное в A5.10
d. Испытания присадочной проволоки на растяжение	Определено как часть перечня K

Требования по испытаниям на разрыв должны быть согласованы между поставщиком и покупателем.

A5.1 Информация в заказе на покупку. В добавление к указанию классификации AWS, Технических условий AWS A5.10 диаметра, формы и количества заказ на покупку должен содержать примечание о необходимости соответствия изделий ANSI/AWS A5.01 "Партия. Класс S2. Перечень K". Перечень K должен указываться для соответствия "Перечню J плюс испытания на разрыв присадочной проволоки для каждой партии в 2000 фунтов (900 кг)". При заказе уровня тестирования Перечней I или J будет проведена аттестация эксплуатационных характеристик, проверка на предельные значения по химическому составу и приемлемый результат пробной сварки. Количественные результаты испытания на разрыв также могут быть затребованы в заказе на покупку.

A6. Вентиляция при сварке

A6.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

(a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);

(b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в одном помещении;

(c) скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при пайке материалов и технологий;

(d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении;

(е) вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка.

A6.2 ANSI Z49.1 *"Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах"*, опубликованный Американским обществом сварщиков, подробно рассматривает вопросы вентиляции в процессе сварки, и должен использоваться как справочный материал для получения конкретных сведений. Особое внимание следует уделить разделу, озаглавленному "Вентиляция в ограниченном пространстве".

A7. Сварочные процессы

Электроды и прутки, описываемые в данных Технических условиях, в основном предназначены для использования при сварке в инертных газах. Однако они могут использоваться и в других сварочных процессах, таких как электронно-лучевая или кислородно-газовая сварка.

A7.1 Дуговая сварка металлическим электродом позволяет добиться качественной сварки алюминиевых сплавов, подверженных растрескиванию при кислородно-газовой сварке или при помощи других ручных сварочных процессов. Причина этого кратко состоит в следующем.

Деформация сведена к минимуму, поскольку нагрев свариваемых частей происходит только в узкой зоне. Поскольку алюминиевые сплавы обладают высокой теплопроводностью, обжатие при деформировании выше, чем в случае с железосодержащими основными металлами. Растрескивание сварного шва в алюминиевых сплавах уменьшается при высокой скорости охлаждения.

Дуговая сварка металлическим электродом позволяет сваривать сплавы, обладающие широким диапазоном температур плавления, которые до этого было трудно сварить без растрескивания.

A7.2 Высокая скорость расплавления и затвердевания металла сварного шва при дуговой сварке металлическим электродом может привести к попаданию инертного газа в сварной шов. Необходимо разобраться в этом явлении с целью получения хороших результатов. Появление газа в сварном шве может быть вызвано наличием загрязнений, таких как смазка, углеводородные чистящие вещества или влага на электроде или на основном металле. Попадание влажного воздуха в трубопроводы с инертным газом также может привести к такому эффекту. Неправильная установка скорости подачи электрода, сварочного тока или других параметров оборудования может привести к аналогичному эффекту. Попадание газа в металл сварного шва в результате любой из этих причин может привести к образованию пористости, поскольку скорость затвердевания высока, и у газа нет времени для выхода из расплава.

A7.3 При дуговой сварке металлическим электродом сварной шов может производиться в любой позиции. Подготовка кромок аналогична используемой при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа. В качестве защитной среды может использоваться аргон, гелий или их смесь. Полуавтоматическая сварка, при которой сварочный пистолет перемещается сварщиком, сложна для регулирования при толщинах металла менее 0,08 дюйма (2 мм) при постоянной силе тока. Использование импульсных источников питания позволяет производить сварку основного металла толщиной 0,03 дюйма (0,8 мм). Верхний предел толщины металла не установлен. Производилась сварка плит толщиной до 8 дюймов (200 мм). Автоматическая дуговая сварка металлическим электродом подходит для всех толщин свариваемого

металла, в особенности для металлов толщиной 1/8 дюйма (3,2 мм) и менее.

A7.4 Дуговая сварка металлическим электродом проводится на постоянном токе (обратная полярность). Подходящими источниками питания являются практически все генераторные установки постоянного тока с падающими вольт-амперными характеристиками и сварочные машины с выпрямителями постоянного тока, применяемые при дуговой сварке металлическим покрытым электродом.

Подходящими являются также источники питания с постоянным напряжением. Механизм подачи электрода может быть отрегулирован по мере надобности на скорости между 50 и 500 дюйм/мин. (21 и 210 мм/с). Применение механизмов подачи электродов с устройствами типа "запуск от касания" или "медленный разгон", или их обоих, необходимо при использовании источников питания с падающей вольт-амперной характеристикой и является желательным при использовании источников питания с постоянным напряжением.

Как в ручном, так и механизированном оборудовании для подачи электрода предпочтительно применять верхний и нижний подающие ролики со смещением центров. Стабилизация дуги с помощью высокочастотного тока не требуется.

A7.5 Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа может производиться в любой позиции. Скорость сварки уменьшается по сравнению со сваркой металлическим электродом (GMA), однако это более выгодно в некоторых случаях. Процесс сварки становится более управляемым по сравнению с GMA при сварке малых трубопроводов; минимизируется попадание газа, что позволяет делать более качественные сварные швы; облегчается получение коротких ремонтных сварных швов, а уменьшенное количество подводимого тепла позволяет производить сварку алюминиевых металлов толщиной 0,02 дюйма (0,5 мм) и менее. Угловые и торцевые соединения листового сортамента выполняются более удовлетворительно по сравнению с GMA в связи с лучшим контролем над добавлением присадочного металла.

A7.6 Сварные швы, полученные дуговой сваркой вольфрамовым электродом, обычно выполняются с применением источников питания переменного тока и аргоновой защитной атмосферы (AWS A5.32/A5.32M класс SG-A). Добавки гелия (AWS A5.32/A5.32M класс SG-He) в количествах от 25 до 50% в смеси с аргоном применяют для повышения скорости плавления и увеличения количества расплава в толстом основном металле. Для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа на переменном токе предпочтительно использование чисто вольфрамовых (AWS A5.12/A5.12M класс EWP) или цирконий-вольфрамовых (AWS A5.12/A5.12M класс EWZr-1) электродов. Обратная полярность электрода при питании постоянным током обеспечивает очищающее воздействие дуги, при котором удаляются поверхностные оксиды. Однако при наличии толстой оксидной пленки, вызванной погодными или температурными воздействиями или образовавшейся в результате анодирования, она должна быть предварительно уменьшена химическим или механическим способом для получения однородного шва и нормального проплавления. Как указано в п. A7.2, для предотвращения появления пористости в сварных швах необходимо удалить источники водорода, такие как влага на основном или присадочном металлах или в защитной газовой среде, а также остаточные углеводороды на основном и присадочном металлах.

A7.7 При сварке вольфрамовым электродом также могут использоваться источники питания постоянного тока. Могут использоваться источники питания постоянного тока с обратной полярностью электрода (ПТЭП) для сварки листового сортамента; однако для сварки металла толщиной 1/8 дюйма (3,2 мм) требуется вольфрамовый электрод диаметром 1/4 дюйма (6,40 мм) для пропускания тока в 125 А, поэтому такая полярность применяется редко. Источник питания постоянного тока с прямой полярностью (ПТЭО) применяется при использовании гелия (AWS A5.32/A5.32M класс SG-He) в качестве защитной атмосферы и торий-вольфрамового электрода для сварки сплавов на основе алюминия. Прямая полярность электрода обеспечивает глубокое узкое проплавление, что важно при ремонте сварных конструкций или отливков значительной толщины, а также при повышенной скорости сварки для всех толщин. Более высокая прочность послесварочного состояния достигается при использовании сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа с ПТЭО в термообрабатываемых алюминиевых сплавах за счет уменьшения погонной энергии по сравнению со сваркой переменным током.

Поскольку при использовании ПТЭО отсутствует очищающее воздействие дуги, то следует уделять особое внимание мерам по уменьшению толщины оксидной пленки непосредственно перед сваркой, это может быть механическая очистка или дуговая очистка поверхности основного металла в пределах зоны проплавления.

A8. Описание и предполагаемое использование алюминиевых электродов и прутков

A8.1 Выбор правильной классификации присадочного металла во многом зависит от алюминиевого сплава, используемого в свариваемых частях, а также от используемого сварочного процесса, геометрии соединения, требуемой коррозионной устойчивости и от чистовой обработки или внешнего вида, требуемого от свариваемых частей. К примеру, сварные сосуды для хранения пероксида водорода должны быть изготовлены из специальных алюминиевых сплавов, часто высокочистых, чтобы обеспечить высокую коррозионную устойчивость или для предотвращения загрязнения находящихся в них продуктов. В этом случае правильным является выбор присадочного металла, сплав которого, по крайней мере, имеет ту же чистоту, что и основной металл. Другим примером является литевая сварка отливок, при которой наилучшим выбором является сплав, соответствующий ограничениям по составу для отливок; как, например, при ремонте и изготовлении отливок из сплавов 206.0, C355.0, A356.0, 357.0 и A357.0.

A8.2 Опыт практической работы показывает, что для сварки определенных металлов и их комбинаций подходят определенные классификации присадочных металлов. Они перечислены в таблице A2. При сварке других комбинаций металлов, не перечисленных в таблице A2, они должны быть оценены для соответствия своему назначению. Перечисленные комбинации сплавов подходят для большинства условий окружающей среды; некоторые из них предпочтительны с одной или нескольких точек зрения. В отсутствие специфической информации рекомендуется проконсультироваться с поставщиком. Дополнительная информация может быть получена в главе об алюминии *Справочника по сварке*, том 3, восьмое издание.

A8.3 Присадочный металл в форме прямых отрезков и бухтах применяется в большинстве сварочных процессов в качестве сварочных прутков.

К ним относятся кислородно-газовая сварка, плазменно-дуговая сварка и дуговая сварка вольфрамовым электродом. Присадочный металл обычно подается вручную, хотя при механизированной сварке в этих процессах может применяться как ручная, так и механизированная подача присадочного прутка.

A8.4 Присадочный металл в катушках обычно используется в качестве электрода при дуговой сварке металлическим электродом. Он также используется в качестве присадочных прутков при применении механизированных систем подачи электрода для дуговой сварки вольфрамовым электродом, для плазменно-дуговой сварки и других сварочных процессов. Конечные отрезки присадочного металла могут быть сняты с катушек для использования в качестве высококачественных сварочных прутков для ручной дуговой сварки вольфрамовым электродом, плазменно-дуговой сварки или кислородно-газовой сварки.

A8.5 Для всех сварочных процессов очень важным является обеспечение чистоты и минимального окисления поверхности присадочного металла. Масла и другие органические материалы, также как и толстая оксидная пленка на прутке, влияют на процесс коалесценции сварного шва и являются источниками образования пористости. Поэтому важно производить очистку присадочных прутков и электродов перед упаковкой.

A8.6 Правильное хранение присадочных прутков электродов необходимо для предотвращения их загрязнения, которое может повлиять на их эксплуатационные характеристики. Упаковки присадочного металла не должны храниться на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях, поскольку большие перепады температур и влажности увеличивают риск конденсации влаги и образования гидроксидов на поверхности. Опыт показывает, что неправильные условия хранения могут отрицательно влиять на эксплуатационные характеристики присадочного металла. Исследования влияния времени хранения электродов на их эксплуатационные характеристики показывают, что упакованные электроды при хранении в нормальных условиях (в сухом месте в отапливаемом здании) сохраняют свои свойства после длительного хранения.

A8.7 Возможно загрязнение присадочного металла в результате хранения и обращения с ним. В большинстве случаев способ очистки определяется типом загрязнения. Широко распространена практика протирки присадочных прутков, долгое время подвергающихся воздействию атмосферы цеха, стружкой нержавеющей стали перед употреблением.

A9. Специальные испытания

Данные Технические условия классифицируют наиболее используемые на момент выпуска присадочные металлы из алюминиевых сплавов. Признается, что дополнительные испытания могут требоваться для определения пригодности данных сварочных электродов и прутков для применений с учетом свойств, не рассмотренных в данных технических условиях. В таких случаях проводятся дополнительные тесты для определения таких специфических свойств, как коррозионная устойчивость, механические свойства при высокой и низкой температуре, износостойкость, а также пригодность для сварки различных комбинаций материалов.

ТАБЛИЦА А2
РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ПРИСАДОЧНОГО МЕТАЛЛА ДЛЯ СВАРКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основной металл	201.0 206.0 224.0	319.0, 333.0, 354.0, 355.0, C355.0	356.0, A356.0, 357.0, A357.0, 413.0, 443.0, A444.0	511.0, 512.0, 513.0, 514.0, 535.0	7004, 7005, 7039, 710.0, 712.0	6009 6010 6070	6005, 6061, 6063, 6101, 6151, 6201, 6351, 6951	5456	5454
1060, 1070, 1080, 1350	ER4145	ER4145	ER4043 ^{a,b}	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^{c,d}	ER4043 ^{a,b}	ER4043 ^b	ER5356 ^d	ER4043 ^{b,d}
1100, 3003, Alc 3003	ER4145	ER4145	ER4043 ^{a,b}	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^{c,d}	ER4043 ^{a,b}	ER4043 ^b	ER5356 ^d	ER4043 ^{b,d}
2014, 2036	ER4145 ^e	ER4145 ^e	ER4145	—	—	ER4145	ER4145	—	—
2219	ER2319 ^a	ER4145 ^e	ER4145 ^{b,c}	ER4043	ER4043	ER4043 ^{a,b}	ER4043 ^{a,b}	—	ER4043 ^b
3004, Alc 3004	—	ER4043 ^b	ER4043 ^b	ER5356 ^f	ER5356 ^f	ER4043 ^b	ER4043 ^{b,f}	ER5356 ^d	ER5356 ^f
5005, 5050	—	ER4043 ^b	ER4043 ^b	ER5356 ^f	ER5356 ^f	ER4043 ^b	ER4043 ^{b,f}	ER5356 ^d	ER5356 ^f
5052, 5652 ⁱ	—	ER4043 ^b	ER4043 ^f	ER5356 ^f	ER5356 ^f	ER4043 ^b	ER5356 ^{c,f}	ER5356 ^f	ER5356 ^f
5083	—	—	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^d	ER5183 ^d	—	ER5356 ^d	ER5183 ^d	ER5356 ^d
5086	—	—	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^d	ER5356 ^d	—	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^d
5154, 5254 ⁱ	—	—	ER4043 ^f	ER5356 ^f	ER5356 ^f	—	ER5356 ^f	ER5356 ^f	ER5356 ^f
5454	—	ER4043 ^b	ER4043 ^f	ER5356 ^f	ER5356 ^f	ER4043 ^b	ER5356 ^{c,f}	ER5356 ^f	ER5554 ^{c,f}
5456	—	—	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^d	ER5556 ^d	—	ER5356 ^d	ER5556 ^d	
6005, 6061, 6063, 6101, 6151, 6201, 6351, 6951	} ER4145	ER4145 ^{b,c}	ER4043 ^{b,f,g}	ER5356 ^f	ER5356 ^{c,f}	ER4043 ^{a,b,g}	ER4043 ^{b,f,g}		
6009, 6010, 6070									
7004, 7005, 7039, 710.0, 712.0	-	ER4043 ^b	ER4043 ^{b,f}	ER5356 ^f	ER5356 ^d				
511.0, 512.0, 513.0, 514.0, 535.0	-	-	ER4043 ^f	ER5356 ^f					
356.0, A356.0, 357.0, A357.0, 413.0, 443.0, A444.0	} ER4145	ER4145 ^{b,c}	ER4043 ^{b,h}						
319.0, 333.0, 354.0, 355.0, C355.0									
201.0, 206.0, 224.0	ER2319 ^{a,h}								

ТАБЛИЦА A2 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ПРИСАДОЧНОГО МЕТАЛЛА ДЛЯ СВАРКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основной металл	5154 5254 ⁱ	5086	5083	5052 5652 ⁱ	5005 5050	3004 Alc. 3004	2219	2014 2036	1100 3003 Alc. 3003	1060 1070 1080 1350
1060, 1070, 1080, 1350	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER4043 ^{b,d}	ER1100 ^{b,c}	ER4043 ^{b,d}	ER4145 ^{b,c}	ER4145	ER1100 ^{b,c}	ER1188 ^{b,c,h,j}
1100, 3003, Alc 3003	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER4043 ^{b,d}	ER1100 ^{b,c}	ER4043 ^{b,d}	ER4145 ^{b,c}	ER4145	ER1100 ^{b,c}	
2014, 2036	—	—	—	—	ER4145	ER4145	ER4145 ^e	ER4145 ^e		
2219	ER4043	—	—	ER4043 ^b	ER4043 ^{a,b}	ER4043 ^{a,b}	ER2319 ^a			
3004, Alc 3004	ER5356 ^f	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^{c,f}	ER5356 ^{c,f}	ER5356 ^{c,f}				
5005, 5050	ER5356 ^f	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5356 ^{c,d}	ER5356 ^{c,f}					
5052, 5652 ⁱ	ER5356 ^f	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5654 ^{c,f,i}						
5083	ER5356 ^d	ER5356 ^d	ER5183 ^d							
5086	ER5356 ^d	ER5356 ^d								
5154, 5224 ⁱ	ER5654 ^{f,i}									

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- Условия эксплуатации, такие как погружение в пресную или соленую воду, воздействие специфических химикатов или подвергание воздействию высоких температур (более 150°F (66°C)) могут ограничивать выбор присадочного металла. Присадочные металлы ER5183, ER5356, ER5556 и ER5654 не рекомендуются использовать при длительном воздействии высоких температур.
- Рекомендации в данной таблице относятся только к сварке в защитной газовой атмосфере. Для кислородно-газовой сварки могут использоваться только присадочные металлы ER1188, ER1100, ER4043, ER4047, ER4145.
- Если нет присадочного металла в ячейке, то такая комбинация основных металлов не рекомендуется для сварки.

ПРИМЕЧАНИЯ

- ER4145 могут использоваться для некоторых применений.
- ER4047 могут использоваться для некоторых применений.
- ER4043 могут использоваться для некоторых применений.
- Могут использоваться ER5183, ER5356 или ER5556.
- ER2319 могут использоваться для некоторых применений. Они могут обеспечить большую прочность соединения, если свариваемая деталь подвергается термообработке и закалке.
- Могут использоваться ER5183, ER5356, ER5554, ER5556 или ER5654. В некоторых случаях они обеспечивают: (1) улучшенное цветосоответствие после анодирования, (2) высокую пластичность сварного шва, (3) высокую прочность сварного шва. ER5554 подходит для использования в условиях воздействия высоких температур.
- ER4643 обеспечивает высокую прочность при сварке сварного шва с разделкой кромок толщиной 1/2 дюйма (12 мм) и более в сплавах марок 6XXX при проведении послесварочной термообработки и закалки.
- В некоторых случаях используется присадочный металл с составом, аналогичным основному металлу. Следующий присадочный металл, обработанный давлением, обеспечивает химический состав, аналогичный предельным значениям для литых присадочных сплавов ER4009 и R4009 в качестве R-C355.0; ER4010 и R4010 в качестве R-A356.0; R4011 в качестве R-A357.0.
- Сплавы основного металла 5254 и 5652 используются для хранения пероксида водорода. Присадочный металл ER5654 используется для сварки обоих сплавов для использования при температуре ниже 150 °F (66°C).
- ER1100 могут использоваться для некоторых применений.

ТАБЛИЦА А3
СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ ДЛЯ
СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ,
ПРОИЗВОДСТВО КОТОРЫХ ПРЕКРАЩЕНО

Производство		Замена	
Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Год выпуска A5.10	Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Год выпуска A5.10
ER1060	1961	...	...
ER1260	1980	ER1188	1988
ER2014	1961	...	...
ER3004	1961	...	...
ER5039	1980	...	...
ER5052	1967	...	...
ER5154	1969	ER5654	1969
ER5254	1969	ER5654	1969
ER5652	1969	ER5654	1969
R242.0	1988	...	...
R295.0	1988	...	...
R355.0	1988	R-C355.0	1988
...	...	ER4009 & R4009	1992
R356.0	1988	R-A356.0	1988
...	...	ER4010 & R4010	1992
R-990A	1957	ER1100	1992
E-990A	1957	ER1100	1992
R-996A	1957	ER1060	1957
E-996A	1957	ER1060	1957
R-C4A	1980	R295.0	1980
R-CN42A	1980	R242.0	1980
R-C541A	1957	ER2014	1957
E-C541A	1957	ER2014	1957
R-G1A	1961	...	...
E-G1A	1961	...	...
R-GM50A	1957	ER5356	1957
E-GM50A	1957	ER5356	1957
R-GR20A	1957	ER5052	1957
E-GR20A	1957	ER5052	1957
R-GR40A	1957	ER5154	1957
E-GR40A	1957	ER5154	1957
R-MG11A	1957	ER3004	1957
E-MG11A	1957	ER3004	1957
R-SG70A	1980	R356.0	1980

A10. Химический анализ

Наиболее широко используемый метод химического анализа – это ASTM E227, *оптико-эмиссионный спектрометрический анализ алюминия и его сплавов с помощью методики точек на плоскости*, однако могут применяться и другие аналитические методы. Метод ASTM E227 позволяет проводить анализ холостой пробы и всех элементов одновременно. Методы ASTM E34 используются в качестве проверочных при возникновении споров относительно анализа конкретных элементов.

A11. Замененные сплавы и сплавы, производство которых прекращено

Некоторые составы алюминиевых сплавов для сварочных электродов и прутков были изменены или/и их производство было прекращено по мере выхода новых изданий A5.10 (см. таблицу А3).

A12. Общие положения техники безопасности

A12.1 Защита от ожогов. В процессе сварки, резки и других аналогичных процессов образуется расплавленный металл, искры, шлаки и горячие рабочие поверхности. Они могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующие меры предосторожности. Рабочие должны надевать защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Необходимо носить высокие ботинки или кожаные гамашы и огнеупорные перчатки. Брюки следует носить поверх голенищ сапог. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При проведении сварки в верхней позиции или в ограниченном пространстве необходимо использовать беруши для ушей для предотвращения попадания брызг металла в ушные каналы. Для защиты глаз следует использовать очки или аналогичные приспособления. Одежда не должна иметь пятен смазки или масла. В карманах не должно находиться горючих материалов. При попадании горючих материалов на одежду, ее следует сменить на чистую огнеупорную одежду перед началом работы с открытой дугой или пламенем. Следует использовать фартуки, пелерины, гамашы и плечевые накидки с лямками, предназначенные для сварочных работ.

При проведении сварки или резки толстого металла следует использовать защитные металлические экраны. Следует рассмотреть способы механизации опасных процессов и работ. Персонал, находящийся в рабочей зоне, должен быть защищен огнеупорными экранами или другими защитными приспособлениями, описанными выше. Перед уходом с рабочего места следует пометить все детали, подвергающиеся термообработке, для предупреждения других лиц об опасности. Не допускаются попытки ремонта или отсоединения электрического оборудования, находящегося под напряжением. Отсоединение под нагрузкой вызывает искрение контактов, что может вызвать ожог и/или поражение током (примечание: ожог может быть вызван касанием горячего оборудования, такого как держатели электродов, наконечники и патрубки. Следовательно, необходимо надевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.).

Для получения более подробной информации о персональной защите используйте следующие материалы:

(a) ANSI Z49.1. *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, издано Американским обществом сварщиков (American Welding Society), 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126;

(b) *Кодекс федеральных постановлений*, заголовок 29, глава XVII, часть 1910 OSHA – Общие промышленные стандарты, выпущенный U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

(c) ANSI/ASC Z87.1. *Методика защиты глаз и лица при обучении и профессиональной работе*, Американский национальный институт стандартов, 11 W. 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036.

ANSI Z4.1. *Американский национальный стандарт для защитной обуви*, Американский национальный институт стандартов, 11 W. 42nd Street, 13th Floor, New York NY 10036.

A12.2 Электрические опасности. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу. Однако этого можно избежать. Не следует касаться электрических деталей под напряжением. Следует прочитать и понять инструкции производителя и рекомендуемые методы защиты. Неправильная установка и заземление, а также неправильная работа и обслуживание электрического оборудования являются источниками опасности.

Катушка с электродом должна быть изолирована от сварочного оборудования изолирующим шпинделем. Все электрическое оборудование и свариваемые детали должны быть заземлены. Проводящая часть свариваемой детали не является заземляющим проводником. Она должна использоваться только для замыкания сварочной цепи. Для заземления необходимо применять отдельный проводник, нельзя допускать ошибки при заземлении свариваемой детали.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к электрическому шоку или воспламенению. Все электрические соединения должны быть плотными, чистыми и сухими. Плохие соединения могут сильно нагреваться и даже плавиться. В дополнение к этому они могут вызывать искрение и образование дуги. Недопустимо скапливание воды, смазки или грязи на разъемах, гнездах или электрических блоках. Влага может проводить электричество. Для предотвращения поражения электрическим током рабочая область, оборудование и одежда должны постоянно поддерживаться в сухом состоянии. Сварщики должны надевать сухие перчатки и обувь на резиновой подошве либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе.

Кабели и соединения следует поддерживать в хорошем состоянии. Неправильные или изношенные соединения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Следует избегать держать под напряжением разомкнутые цепи. При работе нескольких сварщиков с дугами различных полярностей или несколькими источниками переменного тока напряжение на разомкнутых цепях может складываться. Сложение напряжений увеличивает опасность поражения электрическим током.

При поражении электрическим током необходимо немедленно отключить питание. Если спасатель должен прибегнуть к извлечению пострадавшего от контактов, находящихся под напряжением, он должен использовать непроводящие материалы. Если у пострадавшего отсутствует дыхание, то сразу после прекращения контакта с источником электрического поражения к нему следует применить меры по восстановлению сердечной деятельности и дыхания (CPR). Следует незамедлительно вызвать врача и продолжать проводить CPR до восстановления дыхания или до прибытия врача. Электрические ожоги лечатся так же, как и обычные термические ожоги; необходимо прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать загрязнения ожога; область поражения должна быть накрыта чистой сухой повязкой; и пациента следует отправить в больницу.

Общепринятые стандарты по технике безопасности такие, как ANSI Z49.1 *Техника безопасности при*

сварке, резке и сопутствующих процессах, Национальный электрический стандарт и NFPA No. 70, доступные в Национальной ассоциации пожарной защиты, 1 Bat-tery-march Park, Quincy, MA 02269, должны быть соблюдены.

A12.3 Дым и газы. Многие сварочные процессы, резка и аналогичные процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым – это твердые частицы, выделяемые сварочными присадочными металлами и флюсами, основным металлом и любыми покрытиями на основном металле. Газы образуются в процессе проведения сварки или воздействия излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав дыма зависят от состава присадочного металла и металла основы, сварочного процесса, флюса, уровня тока, длины дуги и других факторов. Флюсы, используемые при кислородно-газовой сварке алюминиевых сплавов, состоят в основном из хлоридов с добавлением небольшого количества фтористых соединений.

При чрезмерном воздействии возможны раздражения глаз, кожи и дыхательной системы и более серьезные последствия. Они могут возникнуть как немедленно, так и по прошествии определенного времени. Симптомами воздействия дыма могут быть тошнота, головные боли, головокружения и отравления парами металлов. Существует вероятность более серьезных последствий для здоровья при использовании особо токсичных материалов. В ограниченных пространствах защитные газы и дым могут вытеснить воздух, необходимый для дыхания, и привести к удушью. Голова человека должна всегда находиться вне зоны выделения газов. Пользуйтесь достаточной вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.

В некоторых случаях естественный ток воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Особенно необходима усиленная вентиляция и вытяжка из атмосферы в зоне сварки при дуговой сварке металлическим электродом серии ER5XXX. Электроды серии ER5XXX могут создавать высокие концентрации металлических частиц, что подтверждается наличием сильного задымления при сварке этими электродами.

Все сплошные алюминиевые электроды должны содержать не более 0,0008% бериллия. Этим обеспечивается гарантия изготовителя на то, что присадочный металл по существу свободен от этого элемента, что исключает наличие существенных концентраций высокотоксичных металлических частиц, возникающих при прохождении присадочного металла через дугу. Поскольку электроды, намотанные на катушках, изготавливаются в виде тянутой кованой проволоки, аналогичный контроль за содержанием бериллия применим ко всем кованым присадочным металлам, рассматриваемым в данных Технических условиях ANSI/AWS A5.10, в которых не устанавливается процент содержания бериллия (как, например, в R4011). Таким образом, все кованые алюминиевые прутки, кроме R4011, также должны иметь содержание бериллия не более 0,0008%.

При расплавлении присадочного металла в сварочной ванне, например, при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа, вместо распыления его через дуговой промежуток, количество металлических частиц при сварке алюминиевых сплавов значительно уменьшается. Однако при сварке сварочными прутками R4011 или R-A357.0, в которые бериллий добавлен намеренно, пользователь должен производить анализ проб атмосферы при практической сварке, с тем чтобы убедиться в удовлетворительном состоянии окружающей среды.

Более подробную информацию о парах и газах, образующихся при различных сварочных процессах, можно найти в следующей литературе:

(a) данные о допустимых предельных уровнях воздействия, требуемых OSHA, содержатся в CFR – заголовок 29, глава XVII, часть 1910. *Общие промышленные стандарты* OSHA имеются в отделе документов канцелярии Правительства США, Washington, DC 20402;

(b) рекомендуемые предельно допустимые концентрации опасных паров и газов содержатся в сборнике *Предельно допустимые концентрации химических веществ и физических агентов в окружающей среде рабочих помещений*, опубликованном Американской конференцией правительственных промышленных гигиенистов (AC-GIH), 1330 Kemper Meadow Drive, Suite 600, Cincinnati, OH 45240-1634;

(c) результаты финансируемых AWS исследований доступны в отчете, озаглавленном "Дым и газы в окружающей среде при сварке", имеющемся в Американском обществе сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

A12.4 Излучение. При сварке, резке и смежных операциях может выделяться лучистая энергия (излучение), опасная для здоровья. Персонал должен знать о воздействии этой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (например, рентгеновские лучи) или не ионизирующей (например, ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение). При длительном воздействии излучение может вызывать различные повреждения, например, ожоги кожи и повреждение глаз в зависимости от длины волны и интенсивности излучения.

A12.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Оно обычно регулируется в приемлемых пределах с помощью подходящих защитных экранов вокруг зоны сварки.

A12.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны неионизирующего излучения зависят от многих факторов, таких как используемый сварочный процесс, параметры сварки, состав электродов и основного металла, флюсов и покрытий или плакировки основного металла. Некоторые сварочные процессы, такие как контактная сварка и холодная сварка под давлением, обычно не вызывают появления заметных количеств лучистой энергии. Однако большинство дуговых сварок и процессов резки (за исключением дуговой сварки под флюсом при ее правильном применении), лазерная сварка и газовая сварка, резка и пайка твердым или мягким припоем могут сопровождаться выделением значительного количества неионизирующего излучения, что требует соблюдения необходимых мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(a) нельзя смотреть на сварочную дугу иначе, чем через фильтр, отвечающий требованиям стандарта ANSI/ASC Z87.1 *Методика защиты глаз и лица при обучении и профессиональной работе*, опубликованного Американским национальным институтом стандартов, 11 W. 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавеси не предназначены для использования в качестве фильтровой прокладки, а их предпочтительнее использовать для защиты посторонних людей от случайного облучения;

(b) кожу от облучения следует защищать с помощью подходящих перчаток и одежды согласно ANSI Z49.1 *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликованной Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126;

(c) следует также избегать отражений от сварочной дуги, поэтому персонал должен быть защищен от интенсивных отражений. *Примечание:* краски с использованием пигментов из оксида цинка или двуокиси титана обладают меньшим коэффициентом отражения для ультрафиолетового излучения;

(d) с целью избежать облучения случайных прохожих во время сварочных работ следует применять экраны, занавеси или производить эти работы на достаточном удалении от пролетов цеха, пешеходных дорожек и т. д.

(e) установлено, что защитные очки с боковыми щитками обеспечивают хорошую защиту от ультрафиолетового излучения сварочной дуги.

A12.4.3 К источникам, содержащим информацию об ионизирующем излучении, относятся следующие:

(a) AWS F2.1-78 *Рекомендуемые меры безопасности при сварке и резке электронным лучом*, имеющемся в Американском обществе сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126;

(b) информационная литература изготовителей изделий.

A12.4.4 К источникам, содержащим информацию об неионизирующем излучении, относятся следующие:

(a) Hinrichs, J. F. Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет. *Журнал по сварке*, январь, 1978 г.;

(b) специальное исследование по вопросам защиты от неионизирующего излучения №. 42-0053-77 *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, генерируемого электрической дугой при сварке и резке*, имеется в Национальной службе технической информации, Springfield, VA 22161, ADA-033768;

(c) специальное исследование по вопросам защиты от неионизирующего излучения №. 42-0312-77 *Оценка потенциальной опасности повреждения сетчатки оптическим излучением, генерируемым электрической дугой при сварке и резке*, имеется в Национальной службе технической информации, Springfield, VA 22161, ADA-043023;

(d) Moss, C. E. Murray, W. E. "Интенсивности оптического излучения, образующегося при газовой

сварке, пайке и кислородной резке" *Журнал по сварке*, сентябрь, 1979 г.;

(e) "Интенсивности оптического излучения, образующегося при резке воздушно-угольной дугой". *Журнал по сварке*, март, 1980 г.;

(f) ANSI Z136.1. *Безопасное использование лазеров*, опубликовано Американским национальным институтом стандартов, 11 W. 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036;

(g) ANSI Z49.1. *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, издано Американским обществом сварщиков (American Welding Society), 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126;

(h) ANSI/ASC Z87.1. *Методика защиты глаз и лица при обучении и профессиональной работе*, Американский национальный институт стандартов, 11 W. 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036;

(i) Moss, C. E. "Уровни пропускания оптического излучения прозрачными сварочными занавесями", *Журнал по сварке*, март, 1979 г.

ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.11/SFA-5.11M



(Идентичны техническим условиям A5.11/A5.11M:2005. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

1.1 В данных Технических условиях описаны требования по классификации покрытых электродов из никеля и никелевых сплавов для дуговой сварки. В данные ТУ входят электроды, в которых содержание никеля превышает все остальные элементы.¹

1.2 Вопросы безопасности и здоровья находятся за пределами данного стандарта и, следовательно, не обсуждаются здесь полностью. Некоторую информацию по безопасности и здоровью можно найти в необязательном приложении, секции A5 и A10. Информация по безопасности и здоровью доступна из других источников, включая ANSI Z49.1 *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах* и соответствующие местные и государственные нормативные акты, но не ограничивается этими источниками.

1.3 Данные Технические условия используют обе системы измерений: американскую и международную (СИ). Измерения не являются полностью эквивалентными и, следовательно, каждая система должна использоваться независимо от другой, и системы не должны смешиваться в отношении свойств материалов. Технические условия с обозначением A5.11 используют американскую систему измерений. Технические условия с обозначением A5.11M используют систему измерений СИ. Данные СИ показаны в скобках или в соответствующих колонках таблиц и в цифрах. Стандартные размеры в измерениях любой из систем могут быть применимы для установления размеров присадочных металлов или упаковок или в обоих случаях, предусмотренных Техническими условиями A5.11 и A5.11M.

2. Нормативно-справочные документы

2.1 Следующие стандарты содержат положения, которые, через ссылки в тексте, формируют положения

настоящего стандарта AWS. Эти издания не включают датированные ссылки, последующие дополнения или изменения стандарта. Однако участники соглашений, основанных на данном стандарте AWS, приходят к выводу о возможности применения наиболее свежих изданий документов, приведенных ниже. Недатированные нормативные ссылки даются на последнее издание стандарта.

2.2 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ANSI/AWS²:

(a) Стандарт AWS A1.1. *Руководство по использованию метрических единиц для сварочной индустрии.*

(b) AWS A5.01. *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*

(c) AWS B4.0. *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов.*

(d) AWS B4.0M. *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов.*

2.3 Следующие стандарты ANSI³ используются в основных секциях данного документа:

(a) ANSI Z49.1. *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах.*

2.4 Следующие стандарты ASTM⁴ используются в основных секциях данного документа:

(a) ASTM A 131/A 131M. *Конструкционная сталь для кораблей. Стандартные технические условия.*

(b) ASTM A 240/A 240M. *Тепловое расширение хромированных и хромоникелевых толстолистовых и тонколистовых нержавеющей сталей и планок для сосудов давления. Стандартные технические условия.*

¹Покрытые никелевые электроды для сварки чугуна описываются отдельно в стандарте ANSI/AWS A5.15 *Сварочные электроды и прутки для сварки чугуна. Технические условия*. Данные ТУ доступны через Американское общество сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

²Стандарты AWS можно получить по адресу: the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³Стандарты ANSI Z49.1 изданы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

⁴Стандарты ASTM можно получить по адресу: the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

(c) ASTM A 285/A 285M. Толстолистовая углеродистая сталь низкой и средней прочности для сосудов давления. Стандартные технические условия.

(d) ASTM A 515/A 515M. Толстолистовая углеродистая сталь для сосудов давления, работающих при средней и высокой температуре. Стандартные технические условия.

(e) ASTM A 560/A 560M. Отливки. Хромоникелевые сплавы. Стандартные технические условия.

(f) ASTM B 127. Пластины, тонкие листы и планки из медноникелевого сплава (UNS N04400). Стандартные технические условия.

(g) ASTM B 160. Никелевые прутки и балки. Стандартные технические условия.

(h) ASTM B 162. Никелевая тонколистовая сталь, пластины и планки. Стандартные технические условия.

(i) ASTM B 164. Сортной прокат, прутки и проволока из медноникелевого сплава. Стандартные технические условия.

(j) ASTM B 166. Сортной прокат, прутки и проволока из хромжелезоникелевой стали (UNS N06600, N06601, N06690, N06025 и N06045) и никельхромкобальтмолибденовой стали (UNS N06617). Стандартные технические условия.

(k) ASTM B 167. Бесшовные трубы и трубки из хромжелезоникелевых сталей (UNS N06600, N06601, N06690, N06025 и N06045). Стандартные технические условия.

(l) ASTM B 168. Планки, пластины и тонкие листы из хромжелезоникелевой стали (UNS N06600, N06601, N06690, N06025 и N06045) и никельхромкобальтмолибденовой стали (UNS N06617). Стандартные технические условия.

(m) ASTM B 333. Пластины, тонкие листы и планки из никельмолибденовой стали. Стандартные технические условия.

(n) ASTM B 435. Пластины, тонкие листы и планки из сплавов UNS N06002, UNS N06230, UNS N12160 и UNS R30556. Стандартные технические условия.

(o) ASTM B 443. Пластины, тонкие листы и планки из никельхроммолибденниобиевой стали (UNS N06625). Стандартные технические условия.

(p) ASTM B 446. Прутки и балки из никельхроммолибденниобиевой стали (UNS N06625). Стандартные технические условия.

(q) ASTM B 575. Пластины, тонкие листы и планки из низкоуглеродистых никельмолибденхромовых, никельхроммолибденовых и никельхроммолибденвольфрамовых сталей. Стандартные технические условия.

(r) ASTM B 582. Пластины, тонкие листы и планки из никельхромжелезимолибденмедной стали UNS N06625. Стандартные технические условия.

(s) ASTM DS-56H/SAE HS-1086. Металлы и сплавы в единой системе нумерации.

(t) ASTM E 29. Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.

(u) ASTM E 76. Стандартная методика химического анализа состава медноникелевого сплава.

(v) ASTM E 354. Методика химических испытаний высокотемпературных, электрических, магнитных и других подобных железных, никелевых и кобальтовых сплавов.

(w) ASTM E 1019. Методы определения наличия углерода, серы, азота, кислорода и водорода в железных, никелевых и кобальтовых сплавах.

(x) ASTM E 1032. Стандартная методика рентгенографических испытаний сварных узлов.

(y) ASTM E 1473. Методика химических испытаний никелевых, кобальтовых и высокотемпературных сплавов.

2.5 Следующие стандарты ISO⁵ используются в основных секциях данного документа:

(a) ISO 544. Материалы сварки – технические условия поставки для сварочных наплавных материалов – Типы продукции, размеры, пределы стойкости и маркировка.

(b) ISO 14172. Материалы сварки – покрытые электроды для ручной дуговой сварки никеля и никелевых сплавов – Классификация.

3. Классификация

3.1 Сварочные электроды, описанные в Технических условиях A5.11/A5.11M, классифицированы с использованием системы, независимой от американской общепринятой системы единиц и от Международной системы единиц СИ. Классификация производится в соответствии с химическим составом неразбавленного металла сварного шва, как указано в таблице 1.

3.2 Электроды, определенные по одной классификации, не должны определяться по другим классификациям данных ТУ. Однако материал может быть классифицирован по обоим системам: A5.11 и A5.11M.

4. Приемка

Приемка⁶ электродов должна производиться в соответствии со стандартом ANSI/AWS A5.01. Металлы присадочные. Руководство по поставке.

5. Сертификация

Помещая обозначения Технических условий и классификаций AWS на упаковке, производитель удостоверяет, что изделия соответствуют требованиям данных ТУ⁷.

⁵ Стандарты ISO изданы Международной организацией стандартизации, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

⁶ Смотрите: секция A3 Приемка (в приложении), где приводится дополнительная информация по приемке и испытаниям поставляемых материалов. См. также ANSI/AWS A5.01 "Указания по закупке присадочных металлов".

⁷ Смотрите: секция A4 Сертификация (в приложении) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^c	% по массе ^{a,b}																Другие элементы, всего
		C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Nb (Cb) плюс Ta	Mo	V	W	
ENi-1	W82141	0.10	0.75	0.75	0.03	0.02	1.25	0.25	92.0 мин.	—	1.0	1.0 - 4.0	—	—	—	—	—	0.50
ENiCr-4	W86172	0.10	1.5	1.0	0.02	0.02	1.0	0.25	Ост.				48.0 to 52.0	1.0 - 2.5				0.50
ENiCu-7	W84190	0.15	4.0	2.5	0.02	0.015	1.5	Ост.	62.0 - 69.0	—	0.75	1.0	—	—	—	—	—	0.50
ENiCrFe-1	W86132	0.08	3.5	11.0	0.03	0.015	0.75	0.50	62.0 мин.				13.0 - 17.0	1.5 - 4.0 ^f				0.50
ENiCrFe-2	W86133	0.10	1.0 - 3.5	12.0	0.03	0.02	0.75	0.50	62.0 мин.	(e)			13.0 - 17.0	0.5 - 3.0 ^f	0.5 - 2.5			0.50
ENiCrFe-3	W86182	0.10	5.0 - 9.5	10.0	0.03	0.015	1.0	0.50	59.0 мин.	(e)		1.0	13.0 - 17.0	1.0 - 2.5 ^f				0.50
ENiCrFe-4	W86134	0.20	1.0 - 3.5	12.0	0.03	0.02	1.0	0.50	60.0 мин.				13.0 - 17.0	1.0 - 3.5	1.0 - 3.5			0.50
ENiCrFe-7 ^g	W86152	0.05	5.0	7.0 - 12.0	0.03	0.015	0.75	0.50	Ост.	(e)	0.50	0.50	28.0 - 31.5	1.0 - 2.5	0.5			0.50
ENiCrFe-9	W86094	0.15	1.0 - 4.5	12.0	0.02	0.015	0.75	0.50	55.0 мин.				12.0 - 17.0	0.5 - 3.0	2.5 - 5.5		1.5	0.50
ENiCrFe-10	W86095	0.20	1.0 - 3.5	12.0	0.02	0.015	0.75	0.50	55.0 мин.				13.0 - 17.0	1.0 - 3.5	1.0 - 3.5		1.5 - 3.5	0.50
ENiCrFe-12	W86025	0.10 - 0.25	1.0	8.0 - 11.0	0.04	0.02	1.0	0.20	Ост.	1.0	1.5 - 2.2	0.10 - 0.40	24.0 - 26.0					0.50
ENiCrFeSi-1	W86045	0.05 - 0.20	2.5	21.0 - 25.0	0.04	0.03	2.5 - 3.0	0.30	Ост.	1.0	0.30		26.0 - 29.0					0.50

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNSC ^c	% по массе ^{a,b}																Другие элементы, всего
		C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Nb (Cb) плюс Ta	Mo	V	W	
ENiMo-I	W80001	0.07	1.0	4.0 - 7.0	0.04	0.03	1.0	0.50	Ост.	2.5	-	1.0		-	26.0 - 30.0	0.60	1.0	0.50
ENiMo-3	W80004	0.12	1.0	4.0 - 7.0	0.04	0.03	1.0	0.50	Ост.	2.5		2.5 - 5.5			23.0 - 27.0	0.60	1.0	0.50
ENiMo-7	W80665	0.02	1.75	2.25	0.04	0.03	0.2	0.50	Ост.	1.0		1.0			26.0 - 30.0		1.0	0.50
ENiMo-8	W80008	0.10	1.5	10.0	0.02	0.015	0.75	0.50	60.0 мин.			0.5 - 3.5			17.0 - 20.0		2.0 - 4.0	0.50
ENiMo-9	W80009	0.10	1.5	7.0	0.02	0.015	0.75	0.3 - 1.3	62.0 мин.						18.0 - 22.0		2.0 - 4.0	0.50
ENiMo-10	W80675	0.02	2.0	1.0 - 3.0	0.04	0.03	0.2	0.50	Ост.	3.0		1.0 - 3.0			27.0 - 32.0		3.0	0.50
ENiMo-11	W80629	0.02	2.5	2.0 - 5.0	0.04	0.03	0.2	0.5	Ост.	1.0	0.1 - 0.5	0.5 - 1.5	0.3	0.5	26.0 - 30.0			0.50
ENiCrMo-1	W86007	0.05	1.0 - 2.0	18.0 - 21.0	0.04	0.03	1.0	1.5 - 2.5	Ост.	2.5		21.0 - 23.5		1.75 - 2.50	5.5 - 7.5		1.0	0.50
ENiCrMo-2	W86002	0.05 - 0.15	1.0	17.0 - 20.0	0.04	0.03	1.0	0.50	Ост.	0.50 - 2.50		20.5 - 23.0			8.0 - 10.0		0.2 - 1.0	0.50
ENiCrMo-3	W86112	0.10	1.0	7.0	0.03	0.02	0.75	0.50	55.0 мин.	(e)		20.0 - 23.0		3.15 - 4.15	8.0 - 10.0			0.50
ENiCrMo-4	W80276	0.02	1.0	4.0 - 7.0	0.04	0.03	0.2	0.50	Ост.	2.5		14.5 - 16.5			15.0 - 17.0	0.35	3.0 - 4.5	0.50
ENiCrMo-5	W80002	0.10	1.0	4.0 - 7.0	0.04	0.03	1.0	0.50	Ост.	2.5		14.5 - 16.5			15.0 - 17.0	0.35	3.0 - 4.5	0.50

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^c	% по массе ^{a,b}																Другие элементы, всего
		C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Nb (Cb) плюс Ta	Mo	V	W	
ENiCrMo-6	W86620	0.10	2.0 - 4.0	10.0	0.03	0.02	1.0	0.50	55.0 мин.	-	-	-	12.0 - 17.0	0.5 - 2.0	5.0 - 9.0	-	1.0 - 2.0	0.50
ENiCrMo-7	W86455	0.015	1.5	3.0	0.04	0.03	0.2	0.50	Ост.	2.0		0.70	14.0 - 18.0		14.0 - 17.0		0.5	0.50
ENiOMo-9	W86985	0.02	1.0	18.0 - 21.0	0.04	0.03	1.0	1.5 - 2.5	Ост.	5.0			21.0 - 23.5	0.5	6.0 - 8.0		1.5	0.50
ENiCrMo-10	W86022	0.02	1.0	2.0 - 6.0	0.03	0.015	0.2	0.50	Ост.	2.5			20.0 - 22.5		12.5 - 14.5	0.35	2.5 - 3.5	0.50
ENiCrMo-11	W86030	0.03	1.5	13.0 - 17.0	0.04	0.02	1.0	1.0 - 2.4	Ост.	5.0			28.0 - 31.5	0.3 - 1.5	4.0 - 6.0		1.5 - 4.0	0.50
ENiCrMo-12	W86032 ^h	0.03	2.2	5.0	0.03	0.02	0.7	0.50	Ост.				20.5 - 22.5	1.0 - 2.8	8.8 - 10.0			0.50
ENiCrMo-13	W86059	0.02	1.0	1.5	0.015	0.01	0.2		Ост.				22.0 - 24.0		15.0 - 16.5			0.50
ENiCrMo-14	W86026	0.02	1.0	5.0	0.02	0.02	0.25	0.50	Ост.			0.25	19.0 - 23.0		15.0 - 17.0		3.0 - 4.4	0.50
ENiCrMo-17	W86200	0.020	0.5	3.0	0.030	0.015	0.2	1.3 - 1.9	Ост.	2.0			22.0 - 24.0		15.0 - 17.0			0.50
ENiCrMo-18	W86650	0.03	0.7	12.0 - 15.0	0.03	0.02	0.6	0.3	Ост.	1.0	0.5		19.0 - 22.0	0.3	10.0 - 13.0	0.15	1.0 - 2.0	0.50
ENiCrMo-19	W86058	0.02	1.5	1.5	0.03	0.02	0.2	0.5	Ост.	0.3	0.4		20.0 - 23.0		19.0 - 21.0		0.3	0.50

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^c	% по массе ^{a,b}														Nb (Cb) плюс Ta	Другие элементы, всего		
		C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Mo	V	W			
ENiCrCoMo-1	W86117	0.05 - 0.15	0.3 - 2.5	5.0	0.03	0.015	0.75	0.50	Ост.	9.0 - 15.0	-	-	21.0 - 26.0	1.0	8.0 - 10.0	-	-	0.50	
ENiCrWMo-1	W86231	0.05 - 0.10	0.3 - 1.0	3.0	0.02	0.015	0.25 - 0.75	0.50	Ост.	5.0	0.50	0.10	20.0 - 24.0	1.0 - 3.0		13.0 - 15.0	0.50		

ПРИМЕЧАНИЯ

- a. Анализ металла сварного шва следует проводить для элементов, определенные значения которых указаны в этой таблице. При обнаружении в процессе анализа элементов, не указанных в таблице, их общее количество должно быть определено и не должно превышать предела, установленного в последней колонке таблицы "Другие элементы, всего".
- b. Единичные значения являются максимальными, кроме случаев, где иное указано особо. Ост. = остаток.
- c. Унифицированная система числового обозначения ASTM D5-56/SAE-1086 для металлов и сплавов.
- d. Включая остаточный кобальт. Ост. = остаток.
- e. Кобальта – 0,12 максимум, если указано покупателем.
- f. Тантала – 0,30 максимум, если указано покупателем.
- g. Бор – 0,005% максимум и цирконий – 0,020% максимум, если указано покупателем.
- h. Раньше номер UNS был W86040.
- i. N = 0,02 – 0,15.

6. Процедура округления

Для определения соответствия данным ТУ, опытные или посчитанные значения предела прочности на разрыв должны округляться до ближайших 1000 фунт/кв. дюйм (1 тыс. фунт/кв. дюйм) для предела вязкости в системе A5.11 или до ближайших 10 МПа для предела вязкости в системе A5.11M, для остальных значений следует использовать метод округления из стандарта ASTM E29 *Стандартная методика использования значащих разрядов в тестовых данных для определения соответствия техническим условиям.*

7. Обзор испытаний

Испытания, требуемые для классификации, указаны в таблице 2. Цель данных тестов состоит в определении химического состава, механических свойств и бездефектности металла сварного шва, а также эксплуатационной пригодности электродов. Основной металл опытного сварного узла для проведения сварки и испытаний, а также требуемые результаты указаны с секции 9 Опытный сварной узел по секцию 13 Испытание на изгиб.

8. Повторные испытания

8.1 Если результат испытания не отвечает требуемым результатам, то такое испытание должно быть повторено дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторного испытания могут быть взяты как из исходного опытного узла, так и из одного или двух новых опытных узлов. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

8.2 Если результаты обоих повторных испытаний не отвечают требованиям данных ТУ, то такие материалы считаются не соответствующими требованиям данных ТУ для данной классификации.

8.3 В случае, если во время подготовки или после проведения испытания было точно установлено, что были нарушены условия подготовки испытуемых образцов или сборок или условия проведения испытания, то результаты такого испытания считаются недействительными, вне зависимости оттого, было ли оно проведено или отвечали ли его результаты требованиям. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех требований. В этом случае требование об удвоении числа опытныхборок не применяется.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Для проведения всех испытаний, указанных в таблице 2, требуется, как минимум, один опытный сварной узел. В зависимости от классификации, размера и способа проведения испытания, т. е. в зависимости от альтернативных вариантов могут понадобиться два или даже три опытных образца.

Опытные сварные узлы предназначены:

(a) наплавленная поверхность согласно рис. 1 для химического анализа неразбавленного металла сварного шва;

(b) сварной шов с разделкой кромок на рис. 2 для определения механических свойств и бездефектности;

(c) сварной шов с разделкой кромок на рис. 3 для радиографического испытания на бездефектность.

Образец для химического анализа может быть взят из зоны слабого смешивания в сварном шве с

разделкой кромок на рис. 2 или из обуженной части разрушенного образца для испытания на разрыв, что позволяет избежать изготовления наплавленного слоя. В спорных случаях наплавленная поверхность применяется как арбитражный метод.

9.2 Подготовка каждого опытного сварного узла должна проводиться в соответствии с пп. 9.3, 9.4.1 и 9.4.2. Основной металл для каждого образца должен отвечать требованиям конкретных Технических условий ASTM, указанных в таблице 3 или эквивалентных ТУ. Испытание должно проводиться в соответствии с требованиями: секция 10 Химический анализ состава; секция 11 Радиографические испытания; секция 12 Испытания на разрыв и секция 13 Испытание на изгиб.

9.3 **Наплавленная поверхность.** Наплавленная поверхность должна быть подготовлена в соответствии с требованиями таблицы 2 и в соответствии с рис. 1, кроме случаев, когда используется одна из альтернатив, указанная в п. 9.1 (отбор образца из металла сварного шва, шва с разделкой кромок и образца для испытания на разрыв). Основной металл подходящего размера и типа, указанного в таблице 3, должен использоваться в качестве основы для наплавленной поверхности. Поверхность металла основы, на которую наносится сварочный металл, должна быть чистой. Наплавка должна вариться в плоской позиции с несколькими валиками и слоями для получения неразбавленного металла сварного шва. Род и диапазон тока, используемые при сварке, должны устанавливаться по рекомендациям производителя. Температура предварительного нагрева должна быть не меньше 60°F (16°C), а температура между проходами не должна превышать 300°F (150°C). Шлаки должны удаляться после каждого прохода. Наплавка может закаляться в воде между проходами при температуре выше 60°F (16°C). Измерения законченной поверхности должны проводиться, как показано на рис. 1 для каждого размера электрода. Испытание узла должно проводиться согласно секции 10 Химический анализ.

9.4. Сварной шов с разделкой кромок

9.4.1 **Механические свойства и наличие дефектов.** Опытная сборка должна быть подготовлена и сварена в соответствии с рис. 2 и таблицей 2 с использованием основного металла, указанного в таблице 3. Испытания данного образца должны производиться согласно требованиям секции 12 Испытания на разрыв и секции 13 Испытание на изгиб. В дополнение к этому, данный образец может использоваться и при радиографическом испытании в плоской позиции (примечание "с" к таблице 2). В этом случае радиография сборки должна проводиться, как указано в секции 11 Радиографическое испытание. Узел следует испытывать непосредственно после сварки.

9.4.2 **Радиографическая бездефектность.** Опытная сборка должна быть подготовлена для электродов всех классификаций и сварена в соответствии с рис. 3, с использованием типа основного металла, указанного в таблице 3. Позиция сварки должна отвечать указанной в таблице 2 для различных размеров и классификаций электродов. Испытание узла должно проводиться согласно секции 11 Радиографическое испытание. Сварной шов с разделкой кромок на рис. 2 может подвергаться радиографии (для тех классификаций, для которых радиографическое испытание проводится в плоском положении), таким образом исключая необходимость изготовления сварного шва с разделкой кромок, показанного на рис. 3

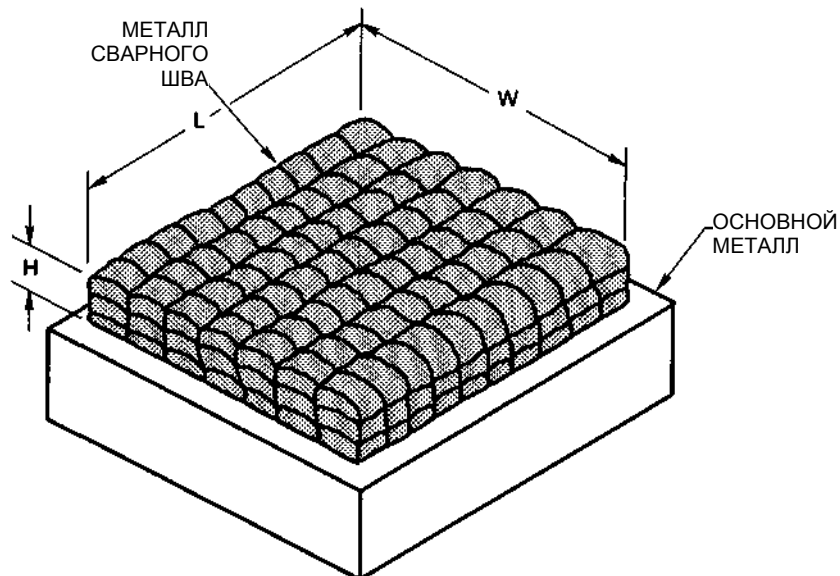
ТАБЛИЦА 2
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ И
ПОЛОЖЕНИЯ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Диаметр электрода		Требуемые испытания				Позиция при сварке для радиографичес- кого испытания,c,d
	дюйм	мм	Химический анализ	Испытание на разрыв	Испытание на изгиб ^b	Радиографичес- кое испытание	
ENi-I							
ENiCr-4 ⁹							
ENiCu-7	5/64	2.0					
ENiCrFe-1	3/32	2.4 ^e	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	V
ENiCrFe-2		2.5					
ENiCrFe-3	1/8	3.2					
ENiCrFe-4							
ENiCrFe-7							
ENiCrFe-9							
ENiCrFe-10							
ENiMo-11							
ENiCrMo-3	5/32	4.0	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	F
ENiCrMo-6	3/16	4.8 ^e					
ENiCrMo-10	—	5.0					
ENiCrMo-12	1/4 ^f	6.4 ^{e,f}					
ENiCrMo-14							
ENiCrMo-17							
ENiCrCoMo-1							
ENiCrFe-12							
ENiCrFeSi-1							
ENiMo-1							
ENiMo-3							
ENiMo-7							
ENiMo-8							
ENiMo-9	5/64	2.0	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	F
ENiMo-10	3/32	2.4 ^e					
ENiCrMo-1	—	2.5					
ENiCrMo-2	1/8	3.2					
ENiCrMo-4	5/32	4.0	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	F
ENiCrMo-5	3/16	4.8 ^e					
ENiCrMo-7	—	5.0					
ENiCrMo-9							
ENiCrMo-11							
ENiCrMo-13							
ENiCrMo-18							
ENiCrMo-19							
ENiCrWMo-1							

ПРИМЕЧАНИЯ

- Информацию об основном металле, используемом в этих испытаниях, смотри в таблице 3.
- Требуется три поперечных образца для испытаний на боковой загиб для всех электродов 5/64 дюйма (2,0 мм). Для этого размера электродов требуется два поперечных образца для испытания на загиб с растяжением внешней стороны шва.
- Сварной шов с разделкой кромок для определения механических свойств (рисунок 2) может также использоваться для радиографического испытания на отсутствие дефектов, проводимого в позиции на плоскости. В этом случае опытная сборка подвергается радиографическому испытанию до отбора образцов для испытания на разрыв и испытания на изгиб.
- Позиция при сварке, показанная в данной колонке, используется только при радиографическом испытании на отсутствие дефектов (V = Вертикальная позиция с проходом снизу вверх, F = Плоская). Все другие опытные сборки свариваются в плоской позиции.
- Метрические размеры не показаны в ISO 544.
- Применимо только к классификации ENiCu-7.
- Испытание на изгиб не применяется к этой классификации.

РИС. 1. НАПЛАВЛЕННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА



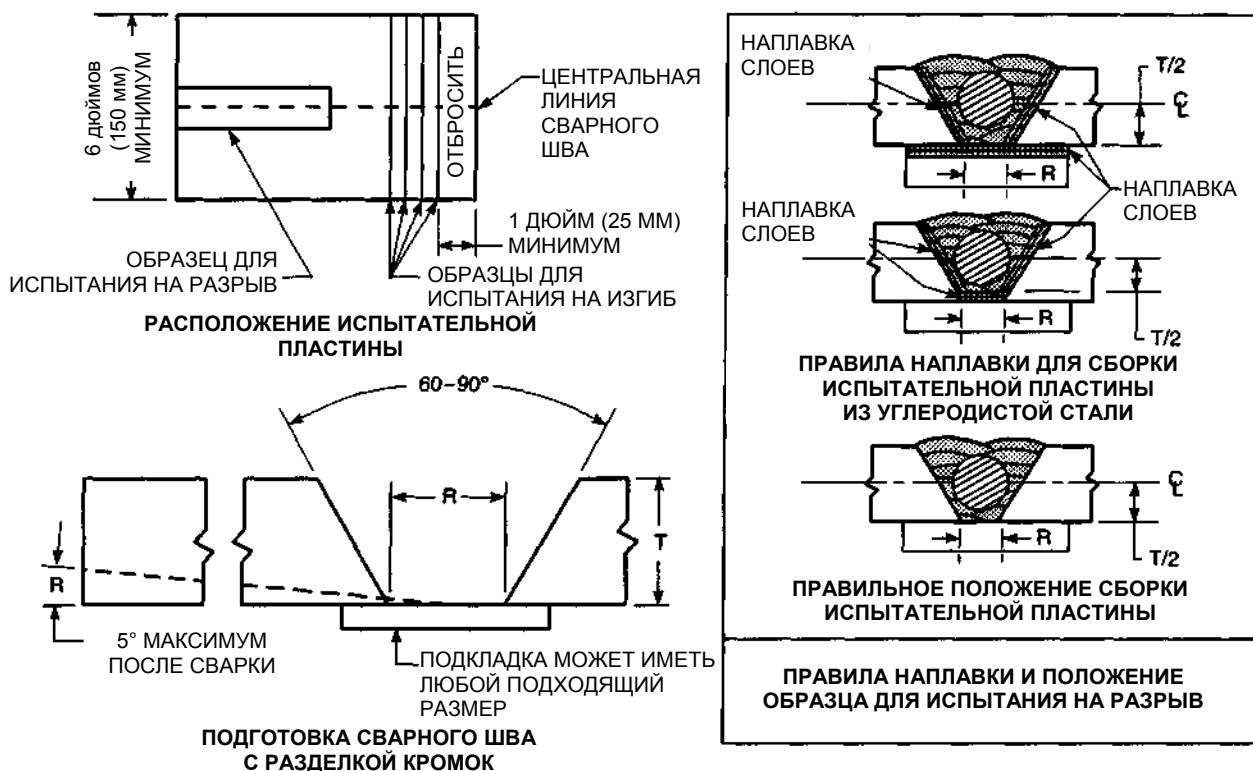
Размер электрода		Размер наплавленной поверхности		
дюйм	мм		дюйм, мин.	мм, мин.
5/64	2.0	L =	1-1/2	38
3/32	2.4*	W =	1-1/2	38
—	2.5	H =	1/2	13
1/8	3.2			
5/32	4.0	L =	2	50
3/16	4.8*	W =	2	50
—	5.0	H =	7/8	22
1/4	6.4*			

* Метрические размеры не показаны в ISO 544.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Число и размер валиков изменяется в зависимости от размера электрода и ширины шва, а также использованной силы тока.
- (2) При использовании в качестве основного металла углеродистой стали при проведении химического анализа состава наплавки ширина наплавки (размер H) должна быть увеличена, как указано в примечании 1 к таблице 3.

РИС. 2. ОПЫТНЫЙ УЗЕЛ СО СВАРНЫМ ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА



Размер электрода		Т (толщина), мин.		R (зазор между кромками) ^a		Количество слоев
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	мин.
5/64	2.0	3/8	10	3/16	5	(b)
3/32	2.4 ^c	1/2	13	1/4	7	(b)
—	2.5	1/2	13	1/4	7	(b)
1/8	3.2	1/2	13	1/4	7	(b)
5/32	4.0	3/4	19	1/2	13	6
3/16	4.8 ^c	3/4	19	1/2	13	6
—	5.0	3/4	19	1/2	13	6
1/4	6.4 ^c	3/4	19	1/2	13	6

a. Допуск: $\pm 1/16$ дюйма (2 мм).

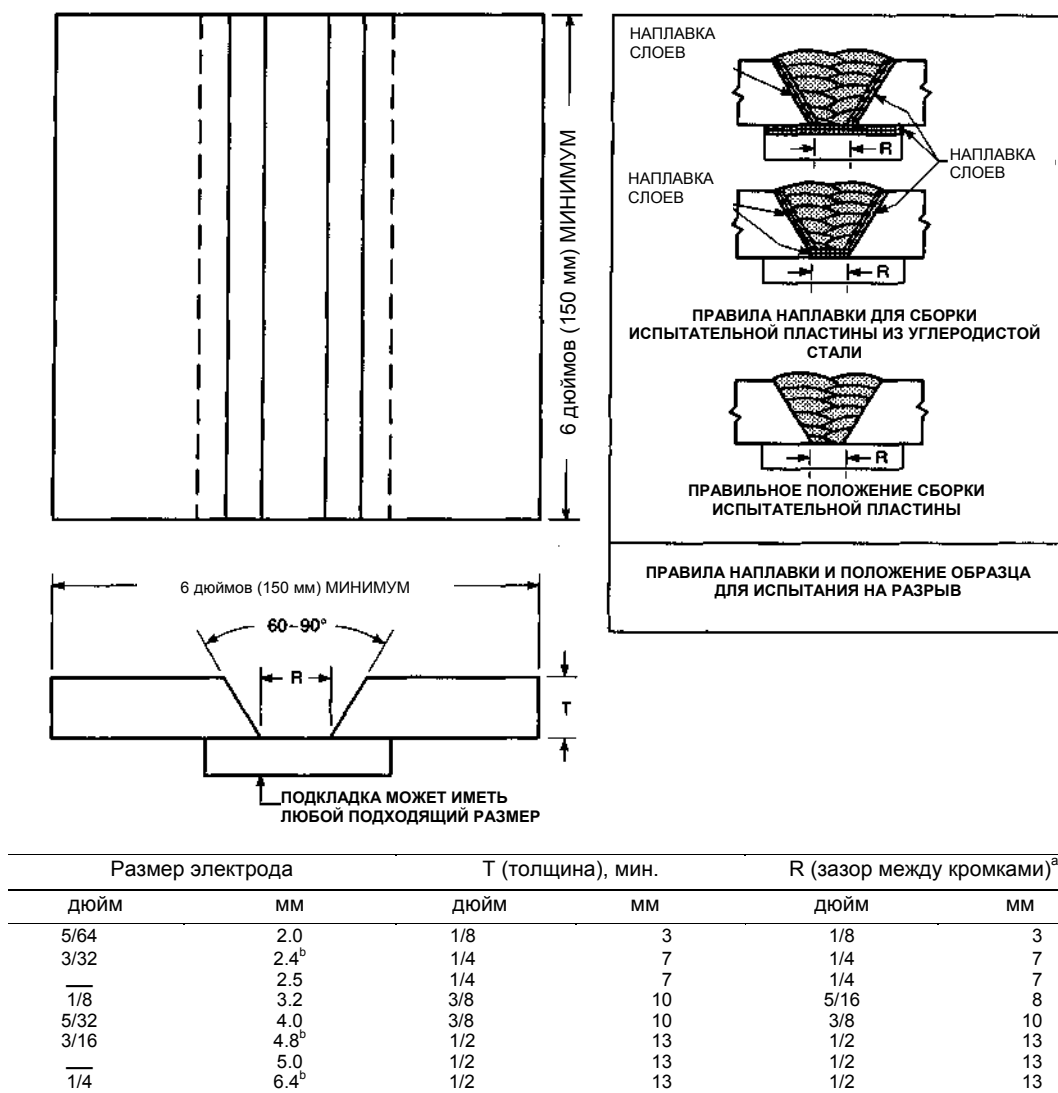
b. Количество слоев не определено, однако число проходов и их последовательность должны быть записаны и представлены в отчете.

c. Метрические размеры не показаны в ISO 544.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Металл основы должен соответствовать требованиям таблицы 3.
- (2) Поверхности для сварки должны быть чистыми.
- (3) Минимальная длина опытной сборки составляет 6 дюймов (150 мм), однако фактическая длина должна обеспечивать получение образцов для всех необходимых испытаний. Минимальная ширина составляет 6 дюймов (150 мм).
- (4) Перед сваркой сборка может быть предварительно установлена таким образом, чтобы отклонение сварного соединения было в пределах 5 градусов от плоскости после сварки. В качестве альтернативы может использоваться сжатие или комбинация сжатия и предварительной установки. Опытный сварной узел с отклонением от плоскости более 5 градусов должен быть отбракован. Рихтовка опытного узла не допускается.
- (5) Сварка должна производиться в плоской позиции, с использованием рода и силы тока и техники сварки, рекомендованной производителем электродов.
- (6) Температура предварительного нагрева должна быть 60°F (16°C). Температура между проходами не должна превышать 300°F (150°C).
- (7) Сварные швы должны быть выполнены узкими валиками или уширенными валиками не шире, чем четыре диаметра электродной проволоки. Готовый сварной шов должен быть выполнен, по меньшей мере, заподлицо с поверхностью опытного листа. Для электродов больше 1/8 дюйма (3,2 мм) корневые валики могут наноситься электродами 3/32 или 1/8 дюйма (2,4, 2,5, или 3,2 мм).
- (8) Испытания должны проводиться без послесварочной термической обработки.

РИС. 3. ОПЫТНАЯ СБОРКА СВАРНОГО УЗЛА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ НА БЕЗДЕФЕКТНОСТЬ



а. Допуски: $\pm 1/16$ дюйма (2 мм).

б. Метрические размеры не показаны в ISO 544.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Металл основы должен соответствовать требованиям таблицы 3.
- (2) Поверхности для сварки должны быть чистыми.
- (3) Сварка должна проводиться в вертикальной или плоской позициях, как указано в таблице 2 (смотри также примечание "с" к таблице 2) с использованием рода, значения тока и методики сварки, рекомендованной изготовителем электродов.
- (4) Температура предварительного нагрева должна быть 60°F (16°C), а температура между проходами не должна превышать 300°F (150°C).
- (5) Сварной шов должен быть сделан узким валиком или плетенкой для получения валика не шире, чем четыре диаметра электродной проволоки. Корневой слой при испытании электродов, больших 1/8 дюйма (3,2 мм), может быть нанесен при помощи электродов 3/32 или 1/8 дюйма (2,4, 2,5 или 3,2 мм) той же классификации. В дополнение к началу и концу на торцах сварного шва каждый валик должен также содержать начало и конец где-либо посередине.
- (6) При сварке в вертикальной позиции допускается использование незначительной шлифовки между валиками, однако большое количество шлифовки не требуется для получения удовлетворительного сварного шва.
- (7) Готовый сварной шов должен быть выполнен, по меньшей мере, заподлицо с поверхностью опытного листа.
- (8) Подкладная планка должна быть удалена и сварной шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основной пластины (см. 1.1).
- (9) Радиография узла должна проводиться согласно п. 11 "Радиографическое испытание".

ТАБЛИЦА 3
ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛЫ ДЛЯ ОПЫТНЫХ СБОРОК

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Материал ^{a,b}	Спецификации ASTM ^c	Номер по UNS
ENi-1	Никель	B160, B162	N02200, N02201
ENiO-4	Никель-хром	A560	R20500
ENiCu-7	Медноникелевый сплав	B127, B164	N04400
ENiCrFe-1, 2, 3, 4, 9, 10	Хромжелезониелевый сплав	B166, B168	N06600
ENiCrFe-7	Хромжелезониелевый сплав	B166, B167, B168	N06690
ENiCrFe-12	Хромжелезониелевый сплав	B168	N06025
ENiCrFeSi-1	Хромжелезониелькремниевый сплав Alloy	B168	N06045
ENiMo-1, 3, 7, 8, 9, 10	Нивельмолибденовый сплав	B333	N10001, N10665, N10675
ENiMo-11	Нивельмолибденовый сплав	B333	N10629
ENiCrMo-1, 9, 11	Нивельхроммолибденовый сплав	B582	N06007, N06985, N06030
ENiCrMo-2	Нивельхроммолибденовый сплав оу	B435	N06002
ENiCrMo-3	Нивельхроммолибденовый сплав	B443, B446	N06625
ENiCrMo-4, 5, 7, 10, 13, 14, 19	Низкоуглеродистый никельхроммолибденовый сплав	B575	N10276, N06455, N06022, N06059, N06686
ENiCrMo-6	Никельхроммолибденовый сплав	B166, B168	N06600
ENiCrMo-12	Хромникельмолибденовый сплав (аустенитная нержавеющая сталь)	A240	S31254
ENiCrMo-17	Низкоуглеродистый никельхроммолибденовый сплав	B575	N06200
ENiCrMo-18	Никельхромжелезониелевольфрамовый сплав	B446	N06650
ENiCrCoMo-1	Никельхромкобальтмолибденовый сплав	B166, B168	N06617
ENiCrWMo-1	Никельхромвольфрамолибденовый сплав	B435	N06230

ПРИМЕЧАНИЯ

- a. Могут использоваться как указанные основные металлы, так и углеродистая сталь (A131, A285, A515). При использовании углеродистой стали следует нанести два слоя наплавки на поверхность и подкладную планку. Для химического анализа могут использоваться основные металлы, отличные от указанных в качестве основы для неразбавленной наплавленной поверхности для электродов 1/8 дюйма (3,2 мм) и менее, при этом минимальная высота, показанная на рис.1, составляет 3/4 дюйма (19 мм), а образец для анализа берется не менее, чем в 5/8 дюйма (16 мм) от ближайшей поверхности основного металла. Для электродов от 5/32 дюйма (4 мм) до 1/4 дюйма (6,4 мм) эти расстояния равны 1 дюйм (25 мм) и 7/8 дюйма (22 мм) соответственно.
- b. Все указанные основные металлы должны быть подвергнуты отжигу перед сваркой.
- c. Могут использоваться эквивалентные технические условия на материалы.

10. Химический анализ

10.1 Образец для химического анализа может быть взят из зоны слабого перемешивания в сварном шве с разделкой кромок на рис. 2 или из обуженной части разрушенного образца для испытания на разрыв. Верхний слой наплавки, описанный в п. 9.3 и показанный на рис. 1 (при использовании наплавки), должен быть удален и отбракован. Образец для анализа может быть получен из нижнего слоя металла подходящим механическим методом. Проба не должна содержать шлака.

Для электродов меньших, чем 5/32 дюйма (4,0 мм), образец может быть взят с расстояния, по меньшей мере, 3/8 дюйма (9,5 мм) от ближайшей поверхности основного материала. Для электродов 5/32 дюйма (4,0 мм) и больше образец берется с расстояния 3/4 дюйма (19 мм) от поверхности. При использовании в качестве основного металла углеродистой стали для химического анализа состава наплавки смотри примечание (1) в таблице 3. Образец из зоны слабого перемешивания в сварном шве с разделкой кромок, или из обуженной части разрушенного образца для испытания на разрыв должен быть подготовлен к анализу подходящим механическим методом.

10.2 Анализ образца должен проводиться подходящим аналитическим методом. В качестве проверочного используется метод ASTM E 1473, дополненный ASTM E 1019, и ASTM E 354 для сплавов на никелевой основе, и ASTM E 76 для медноникелевых сплавов, соответственно.

10.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 для классификации испытываемых электродов.

11. Радиографическое испытание

11.1 Радиографическое испытание на бездефектность проводится для сварных швов, описанных в п. 9.4.2 и показанных на рис. 3 (или сварных швов с разделкой кромок, описанных в п. 9.4.1 и показанных на рис. 2; при необходимости и возможности смотри примечание (3) к таблице 2) для определения эксплуатационной пригодности электродов. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и сварной шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основной пластины или с ровной высотой усиления шва, не превышающей 3/32 дюйма (2,5 мм). Допускается удаление основного металла с обеих сторон опытного образца на 1/16 дюйма (1,5 мм) от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания. Слой наплавного металла не должен быть удален более чем на 1/16 дюйма (1,5 мм) от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности опытной сборки в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими для избежания трудности при интерпретации радиографического снимка.

11.2 Сварной шов должен подвергаться радиографии в соответствии с ASTM E 1032. Уровень качества контроля должен составлять 2-2T.

11.3 Электрод считается отвечающим требованиям ТУ, если радиографический снимок показывает следующее:

(a) отсутствие трещин, непровара и неполного проплавления;

(b) отсутствие шлаковых включений, кроме допустимых, в соответствии с примечанием 4 к радиографическим стандартам на рисунках с 4 по 8, в зависимости от размера электрода;

(c) отсутствие скругленных индикаторных следов, кроме допустимых, как указано на рисунках с 4 по 8, согласно толщине опытной сборки или альтернативного метода оценки, указанного в п. 11.3.1.

При оценке радиографического снимка следует отбрасывать по 1 дюйму (25 мм) сварного шва с каждого конца опытной сборки.

11.3.1 Альтернативным методом оценки является расчет общей площади скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке. Общая площадь не должна превышать 1% от толщины опытной сборки, помноженной на длину сварного шва, использованного в расчетах (длина сварного шва в опытной сборке минус 1 дюйм (25 мм) с каждого конца). Величина, указанная в примечании 3 к каждому рисунку (с 4 по 8), была рассчитана для 6 дюймов (150 мм) сварного шва, опытная сборка длиной 8 дюймов (200 мм). Значение для длин сварного шва, отличающихся от указанной, отличается в линейной пропорции.

11.3.2 Скругленный индикаторный след – это след (на радиографическом снимке), чья ширина не больше трети его длины. Скругленные индикаторные следы могут быть округлыми, эллиптическими, коническими или неправильной формы, а также могут иметь хвосты. Размер скругленного индикаторного следа – это его наибольшая сторона, включая сюда и возможный хвост. Следы могут быть от пористости или шлака. Общая площадь скругленных индикаторных следов для альтернативного метода не должна превышать значения, данные в примечании 3 к радиографическим стандартам (рисунки с 4 по 8). Следы, чьи размеры не превышают 1/64 дюйма (0,40 мм), должны игнорироваться. Опытные сборки со скругленными индикаторными следами, большими, чем максимально разрешенные в радиографических стандартах, не отвечают требованиям данных ТУ.

12. Испытание на разрыв

12.1 Один образец металла сварного шва для испытания на разрыв, согласно секции AWS B4.0 или AWS B4.0M Испытания на разрыв, должен быть механически обработан, как показано на рис. 2.

РИС. 4. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ 1/8 дюйма (3,2 мм)

**(А) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,025 ДЮЙМА (0,6 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 14.

**(В) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,020 ДЮЙМА (0,5 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 23.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Карта, являющаяся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке опытной сборки, должна использоваться для определения соответствия данным ТУ. Скругленные индикаторные следы 1/64 дюйма (0,4 мм) и менее отбрасываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
- (2) Настоящие радиографические требования относятся к испытательным сварным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более строгими по сравнению с теми, с которыми обычно сталкиваются на производстве.
- (3) При использовании альтернативного метода оценки, описанного в п. 11.3.1, суммарная площадь поперечного сечения скругленных индикаторных следов (рассчитанных по измерениям, снятым с радиографического снимка) не должна превышать 0,008 дюйма² (5,2 мм²) на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва.
- (4) Стандарт приемки для шлаковых включений в образце составляет:
 - (а) длина каждого отдельного следа от шлакового включения 1/16 дюйма (1,6 мм) максимум;
 - (б) общая длина всех следов шлаковых включений 1/8 дюйма (3,2 мм) максимум.

Образец металла для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0,500 дюйма (12,5 мм) для испытываемых узлов толщиной 3/4 дюйма (19 мм), номинальный диаметр 0,250 дюйма (6,4 мм) для испытываемых узлов толщиной 1/2 дюйма (13 мм) и номинальный диаметр 0,160 дюйма (4,0 мм) для испытываемых узлов толщиной 3/8 дюйма (10 мм).

12.2 Образец следует испытывать согласно разделу, посвященному испытаниям на разрыв, последнего издания стандарта AWS B4.0 и AWS B4.0M.

12.3 Результаты испытания на разрыв должны отвечать требованиям таблицы 4.

13. Испытания на изгиб

13.1 Три образца для испытания на поперечный боковой изгиб для электродов, больших чем 5/64 дюйма (2,0 мм) или два образца для испытания на поперечный лицевой изгиб для электродов 5/64 дюйма (2,0 мм), как указано в таблице 2, должны быть взяты из сборки, описанной в п. 9.4.1 и показанной на рис.2. Размеры образца должны соответствовать таблице 5.

13.2 Образцы следует тестировать в соответствии с указаниями секции AWS B4.0 или AWS B4.0M Испытания на изгиб, изгибая равномерно на 180 градусов с радиусом изгиба 3/4 дюйма (19 мм) в любом подходящем зажимном устройстве, как указано в секции AWS B4.0 или AWS B4.0M Испытания на изгиб. Расположение образцов для испытания на боковой изгиб должно быть таким, чтобы при изгибе растяжению подвергалась та сторона, на которой сосредоточено большее количество неоднородностей. Рас-

положение образцов для испытания на загиб лицевой поверхностью шва наружу должно быть таким, чтобы растяжению подвергалась внешняя сторона шва. Для обоих типов поперечных образцов для испытания на изгиб сварной шов должен находиться в центре изгиба.

13.3 Каждый образец после загиба должен иметь радиус 3/4 дюйма (19 мм) с учетом допуска на упругое последствие, и металл сварного шва не должен иметь трещин, превышающих разрешенные в таблице 6 при исследовании невооруженным глазом.

14. Способ изготовления

Сварочные электроды, классифицированные в данных ТУ, могут изготавливаться любым методом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям Технических условий.

15. Стандартные размеры и длины

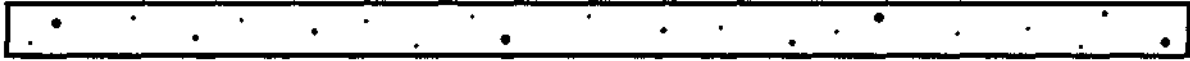
15.1 Стандартные размеры (диаметры для электродной проволоки) и длины электродов даны в таблице 7.

15.2 Диаметр электродной проволоки не должен отличаться более чем на $\pm 0,003$ дюйма ($\pm 0,08$ мм) от заданного. Длина не должна отличаться более чем на $\pm 3/8$ дюйма (± 10 мм) от указанной.

16. Электродная проволока и покрытие

16.1 Электродная проволока и покрытие не должны иметь дефектов, которые могли бы повлиять на равномерность напыления электрода.

РИС. 5. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ 1/4 дюйма (7 мм)

**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,050 ДЮЙМА (1,3 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 21, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

БОЛЬШИЕ: ДО 0,050 ДЮЙМА (1,3 мм) – РАЗРЕШЕНО 4.

СРЕДНИЕ: ДО 0,031 ДЮЙМА (0,8 мм) – РАЗРЕШЕНО 5.

МАЛЕНЬКИЕ: ДО 0,020 ДЮЙМА (0,5 мм) – РАЗРЕШЕНО 12.

**(В) БОЛЬШИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,050 ДЮЙМА (1,3 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 8.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,031 ДЮЙМА (0,8 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 19.

**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,020 ДЮЙМА (0,5 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 48.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Карта, являющаяся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке опытной сборки, должна использоваться для определения соответствия данным ТУ. Скругленные индикаторные следы 1/64 дюйма (0,4 мм) и менее отбрасываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
- (2) Настоящие радиографические требования относятся к испытательным сварным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более строгими по сравнению с теми, с которыми обычно сталкиваются на производстве.
- (3) При использовании альтернативного метода оценки, описанного в п. 11.3.1, суммарная площадь поперечного сечения скругленных индикаторных следов (рассчитанных по измерениям, снятым с радиографического снимка) не должна превышать 0,015 кв. дюймов (9,7 кв. мм) на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва.
- (4) Стандарт приемки для шлаковых включений в образце составляет:
 - (а) длина каждого отдельного следа от шлакового включения 5/32 дюйма (4,0 мм) максимум;
 - (б) общая длина всех следов шлаковых включений 1/4 дюйма (6,4 мм) максимум.

РИС. 6. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ 3/8 дюйма (10 мм)

**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,075 ДЮЙМА (1,9 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 17, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

БОЛЬШИЕ: ДО 0,075 ДЮЙМА (1,9 мм) – РАЗРЕШЕНО 3.

СРЕДНИЕ: ДО 0,049 ДЮЙМА (1,3 мм) – РАЗРЕШЕНО 3.

МАЛЕНЬКИЕ: ДО 0,020 ДЮЙМА (0,5 мм) – РАЗРЕШЕНО 11.

**(В) БОЛЬШИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,075 ДЮЙМА (1,9 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 5.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,049 ДЮЙМА (1,3 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 11.

**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,020 ДЮЙМА (0,5 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 72.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Карта, являющаяся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке опытной сборки, должна использоваться для определения соответствия данным ТУ. Скругленные индикаторные следы 1/64 дюйма (0,4 мм) и менее отбрасываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
- (2) Настоящие радиографические требования относятся к испытательным сварным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более строгими по сравнению с теми, с которыми обычно сталкиваются на производстве.
- (3) При использовании альтернативного метода оценки, описанного в п. 11.3.1, суммарная площадь поперечного сечения скругленных индикаторных следов (рассчитанных по измерениям, снятым с радиографического снимка) не должна превышать 0,023 дюйма² (14,8 мм²) на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва.
- (4) Стандарт приемки для шлаковых включений в образце составляет:
 - (а) длина каждого отдельного следа от шлакового включения 7/32 дюйма (5,6 мм) максимум;
 - (б) общая длина всех следов шлаковых включений 3/8 дюйма (9,5 мм) максимум.

РИС. 7. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ 1/2 дюйма (13 мм)

**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,10 ДЮЙМА (2,5 мм) МАКСИМУМ.
 РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 45, СО СЛЕДУЮЩИМИ
 ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

БОЛЬШИЕ: ДО 0,10 ДЮЙМА (2,5 мм) – РАЗРЕШЕНО 1.
 СРЕДНИЕ: ДО 0,031 ДЮЙМА (0,8 мм) – РАЗРЕШЕНО 9.
 МАЛЕНЬКИЕ: ДО 0,019 ДЮЙМА (0,5 мм) – РАЗРЕШЕНО 35.

**(В) БОЛЬШИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,10 ДЮЙМА (2,5 мм) МАКСИМУМ.
 РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 4.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,031 ДЮЙМА (0,8 мм) МАКСИМУМ.
 РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 40.

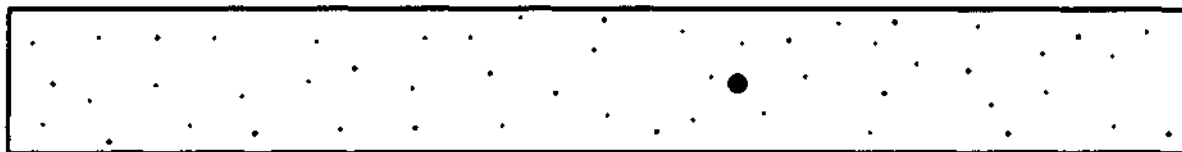
**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,019 ДЮЙМА (0,5 мм) МАКСИМУМ.
 РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 101.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Карта, являющаяся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке опытной сборки, должна использоваться для определения соответствия данным ТУ. Скругленные индикаторные следы 1/64 дюйма (0,4 мм) и менее отбрасываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
- (2) Настоящие радиографические требования относятся к испытательным сварным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более строгими по сравнению с теми, с которыми обычно сталкиваются на производстве.
- (3) При использовании альтернативного метода оценки, описанного в п. 11.3.1, суммарная площадь поперечного сечения скругленных индикаторных следов (рассчитанных по измерениям, снятым с радиографического снимка) не должна превышать 0,030 дюйма² (19,4 мм²) на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва.
- (4) Стандарт приемки для шлаковых включений в образце составляет:
 - (a) длина каждого отдельного следа от шлакового включения 7/32 дюйма (5,6 мм) максимум;
 - (b) общая длина всех следов шлаковых включений 7/16 дюйма (11 мм) максимум.

РИС. 8. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ 3/4 дюйма (19 мм)

**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,125 ДЮЙМА (3,2 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 53, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

БОЛЬШИЕ: ДО 0,125 ДЮЙМА (3,2 мм) – РАЗРЕШЕНО 1.

СРЕДНИЕ: ДО 0,034 ДЮЙМА (0,9 мм) – РАЗРЕШЕНО 17.

МАЛЕНЬКИЕ: ДО 0,024 ДЮЙМА (0,6 мм) – РАЗРЕШЕНО 35.

**(В) БОЛЬШИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,125 ДЮЙМА (3,2 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ [150 мм] СВАРНОГО ШВА 4.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,034 ДЮЙМА (0,9 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 50.

**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,024 ДЮЙМА (0,6 мм) МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 ДЮЙМАХ (150 мм) СВАРНОГО ШВА – 90.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ

- (1) Карта, являющаяся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке опытной сборки, должна использоваться для определения соответствия данным ТУ. Скругленные индикаторные следы 1/64 дюйма (0,4 мм) и менее отбрасываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
- (2) Настоящие радиографические требования относятся к испытательным сварным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более строгими по сравнению с теми, с которыми обычно сталкиваются на производстве.
- (3) При использовании альтернативного метода оценки, описанного в п. 11.3.1, суммарная площадь поперечного сечения скругленных индикаторных следов (рассчитанных по измерениям, снятым с радиографического снимка) не должна превышать 0,045 дюйма² (29,0 мм²) на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва.
- (4) Стандарт приемки для шлаковых включений в образце составляет:
 - (a) длина каждого отдельного следа от шлакового включения 5/16 дюйма (7,9 мм) максимум;
 - (b) общая длина всех следов шлаковых включений 15/32 дюйма (11,9 мм) максимум.

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗЦУ МЕТАЛЛА СВАРНОГО
ШВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Предел прочности на разрыв, мин.		Относительное удлинение ^а %, мин.
	Тыс. фунтов/ кв. дюйм Ni	МПа	
ENi-1	60	410	20
	NiCr		
ENiCr-4	110	760	-
	NiCu		
ENiCu-7	70	480	30
	NiCrFe		
ENiCrFe-1			
ENiCrFe-2	80	550	30
ENiCrFe-3			
ENiCrFe-7			
ENiCrFe-4	95	650	20
ENiCrFe-12			
ENiCrFe-9	95	650	25
ENiCrFe-10			
	NiCrFeSi		
ENiCrFeSi-1	90	650	20
	NiMo		
ENiMo-8			
ENiMo-9	95	650	25
ENiMo-1			
ENiMo-3			
ENiMo-7	100	690	25
ENiMo-10			
ENiMo-11			
	NiCrMo		
ENiCrCoMo-11	85	585	25
ENiCrMo-1	90	620	20
ENiCrMo-9	90	620	20
ENiCrMo-6	90	620	20
ENiCrMo-2	95	650	20
ENiCrMo-18	95	650	35
ENiCrMo-12	95	650	35
ENiCrMo-4	100	690	25
ENiCrMo-5			
ENiCrMo-7			
ENiCrMo-10			
ENiCrMo-13			
ENiCrMo-17			
ENiCrMo-14	100	690	30
ENiCrMo-3	110	760	30
ENiCrMo-19	120	830	20

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ОБРАЗЦУ МЕТАЛЛА СВАРНОГО
ШВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Предел прочности на разрыв, мин.		Относительное удлинение ^а %, мин.
	Тыс. фунтов/ кв. дюйм	МПа	
	NiCrCoMo		
ENiCrCoMo-1	90	620	20
	NiCrWMo		
ENiCrWMo-1	90	620	20

ПРИМЕЧАНИЕ

а. Относительное удлинение должно определяться из расчета базовой длины, равной 4-м базовым диаметрам.

ТАБЛИЦА 5
РАЗМЕРЫ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ
НА ИЗГИБ

	Длина, мин.		Ширина, мин.		Толщина, мин.	
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Сторона ^а	6	150	(b)	(b)	3/8	9.5
Поверхность ^а	6	150	1 1/2	38	3/8	9.5

ПРИМЕЧАНИЯ

а. Радиус скруглений образца должен быть максимум 1/8 дюйма (3,2 мм).

б. Ширина образца равна толщине опытной сборки, из которой он взят (см. рис. 2).

и. **16.2** Электродная проволока и покрытие должны располагаться концентрично, так чтобы максимальное значение суммы размеров сердцевины и одного покрытия не превышало минимального значения этой суммы более чем на:

(a) семь процентов от среднего размера при диаметрах 3/32 дюйма (2,5 мм) и менее;

(b) пять процентов от среднего размера при диаметрах 1/8 дюйма (3,2 мм) и 5/32 дюйма (4,0 мм);

(c) четыре процента от среднего размера при диаметрах 3/16 дюйма (4,8 мм) и более.

Концентричность может быть измерена любым подходящим способом.

17. Непокрытая часть электродной проволоки

17.1 Зажимной конец каждого электрода должен быть голым (свободным от покрытия) на расстоянии не меньше чем 3/4 дюйма (19 мм) и не более чем 1 1/4 дюйма (32 мм) для обеспечения электрического контакта с держателем.

17.2 Конец электрода, образующий дугу, должен быть в достаточной степени оголенным, а покрытие достаточно конусообразным для обеспечения формирования дуги. Длина непокрытой части

ТАБЛИЦА 6
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА ИЗГИБ^а

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)		Размер электрода		Разрешенное число трещин		
				Максимальное число ^б	Максимальная длина ^с	
		дюйм	мм		дюйм	мм
ENi-1		5/64	2.0	3	1/8	3
		3/32	2.4 ^д			
		—	2.5			
		1/8	3.2			
		5/32	4.0	4	1/8	3
		3/16	4.8 ^д			
		—	5.0			
ENiCu-7		5/64	2.0	3	3/32	2.5
		3/32	2.4 ^д			
		—	2.5			
		1/8	3.2			
		5/32	4.0	4	3/32	2.5
		3/16	4.8 ^д			
		—	5.0			
ENiCrFe-1 ENiCrFe-2 ENiCrFe-4 ENiCrFe-7 ENiCrFe-9 ENiCrFe-10 ENiCrFe-12 ENiCrFeSi-1 ENiMo-1 ENiMo-3 ENiMo-7 ENiMo-8 ENiMo-9 ENiMo-10 ENiMo-11 ENiCrMo-1 ENiCrMo-2 ENiCrMo-3 ENiCrMo-4 ENiCrMo-5 ENiCrMo-6 ENiCrMo-7 ENiCrMo-9 ENiCrMo-10 ENiCrMo-11 ENiCrMo-12 ENiCrMo-13 ENiCrMo-14 ENiCrMo-17 ENiCrMo-18 ENiCrMo-19 ENiCrCoMo-1 ENiCrWMo-1		5/64	2.0	3	3/32	2.5
		3/32	2.4 ^д			
		—	2.5			
		1/8	3.2			
		5/32	4.0			
		3/16	4.8 ^д			
		—	5.0			
		5/64	2.0			
		3/32	2.4 ^д			
		—	2.5			
		1/8	3.2			
		5/32	4.0			
		3/16	4.8 ^д			
		—	5.0			
		5/64	2.0			
		3/32	2.4 ^д			
		—	2.5			
		1/8	3.2			
		5/32	4.0			
		3/16	4.8 ^д			
		—	5.0			

ПРИМЕЧАНИЯ

- Данные требования относятся ко всем образцам, как для испытания на боковой изгиб, так и для испытания на изгиб с растяжением внешней стороны шва.
- Указанные значения означают максимальное число трещин, допустимых в металле сварного шва на стороне растяжения каждого изгибаемого образца. Размеры трещин определены в примечании (с).
- Число трещин, упомянутое в примечании (б), относится к трещинам с размером между 1/64 дюйма (0,4 мм) и значением, указанным в последней колонке таблицы. Трещины с размерами меньше, чем 1/64 дюйма (0,4 мм) по длине и трещины на углах образца не принимаются во внимание. Образцы для испытания на изгиб с трещинами длиннее указанных не отвечают требованиям данных ТУ.
- Метрические размеры не показаны в ISO 544.

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ

Стандартные длины ^a											
Размер электрода (электродная проволока, диаметр)		ENi-1		ENiCr-4		ENiCu-7				ENiCrFe-12	
										ENiCrFeSi-1	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	ENiMo-1	ENiMo-3
										ENiMo-7	ENiMo-8
										ENiMo-9	ENiMo-10
										ENiMo-11	ENiCrMo-1
										ENiCrFe-1	ENiCrMo-2
										ENiCrFe-2	ENiCrMo-5
										ENiCrFe-3	ENiCrMo-6
										ENiCrFe-4	ENiCrMo-7
										ENiCrFe-7	ENiCrMo-10
										EMCrMo-12 ^c	ENiCrMo-11
										ENiCrFe-9	ENiCrMo-13
										ENiCrFe-10	ENiCrMo-14
										ENiCrMo-18	ENiCrMo-17
										ENiCrCoMo-1	ENiCrMo-19
											ENiCrWMo-1
											мм
5/64	2.0	9	230	12	300	9	230	9	230	9	230
3/32	2.4 ^b	9	230	12	300	9	230	9	230	9	230
		или 12	или 300			или 12	или 330	или 12	или 300	или 12	или 300
-	2.5	-	250	14	350	-	250	-	250	-	250
1/8	3.2	14	350	14	350	14	350	12	300	14	350
								или 14	или 350		
5/32	4.0	14	350	18	450	14	350	14	350	14	350
3/16 ^c	4.8 ^{b,c}	14	350	-	-	14	350	14	350	14	350
-	5.0 ^c	-	350	-	-	-	350	-	-	-	-
1/4	6.4 ^b	-	-	-	-	14	350	-	-	-	-

ПРИМЕЧАНИЯ

- a. Другие размеры и длины должны поставляться по соглашению между поставщиком и покупателем.
b. Метрические размеры не показаны в ISO 544.
c. Диаметр 3/16 дюйма (4,8 или 5,0 мм) не является стандартным для классификации ENiCrMo-12.

(измеренная от конца электрода до места, в котором достигается полное поперечное сечение покрытия) не должна превышать 1/8 дюйма (3 мм) или диаметра электродной проволоки, в зависимости от того, что меньше. Электроды с обколотой оболочкой возле конца, образующего дугу и оголяющие электродную проволоку не более чем наименьшее из чисел (1/4 дюйма (6 мм) или удвоенный диаметр проволоки) отвечают требованиям данных Технического условия, обеспечивая покрытие более чем 50% окружности проволоки.

18. Маркировка электродов

Все электроды должны быть маркированы следующим образом.

18.1 На покрытие должен быть нанесен, по крайней мере, один четкий отпечаток классификации электродов на расстоянии 2 1/2 дюйма (64 мм) от зажимного конца электрода. Дополнительно может наноситься классификационный номер по стандарту ISO 14172 в качестве ссылки, обозначающей, что соблюдены требования стандарта ISO 14172 (см. A2.4 и таблицу A1).

18.2 Цифры и буквы оттиска должны быть выполнены прямым жирным шрифтом такого размера, чтобы обозначение легко читалось.

18.3 Чернила, используемые для надпечатывания изображения, должны обеспечивать достаточный контраст с покрытием электрода, так чтобы при обычном использовании цифры и буквы были разборчивыми до и после сварки.

18.4 Префикс "E" в классификации электродов может быть опущен в отпечатке.

19. Упаковка

19.1 Электроды должны быть упакованы так, чтобы предотвратить их повреждение при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

19.2 Масса упаковки должна согласовываться между поставщиком и покупателем.

20. Маркировка упаковки

20.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчиво нанесена маркировка со следующей информацией об изделии (как минимум):

- (a) технические условия AWS и обозначение классификации (год выпуска может быть опущен);
- (b) наименование и торговая марка поставщика;
- (c) размер и вес нетто;
- (d) номер партии, контроля или плавки.

20.2 Информация о мерах предосторожности⁸, представленная в последнем издании ANSI Z49.1 (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁸ Типовые предупреждающие обозначения приведены в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А

Руководство к Техническим условиям AWS для электродов из никеля и никелевых сплавов для дуговой сварки покрытым электродом

(Данное приложение не является частью документа AWS A5.11/A5.11M:2005 *Электроды из никеля и никелевых сплавов для дуговой сварки покрытым электродом. Технические условия*, а включено в него только для информации.)

A1. Введение

Целью настоящего руководства является связь классификации электродов с их предназначенным применением, с тем чтобы данные технические условия могли использоваться более эффективно. Ссылка на соответствующие технические условия на основные металлы дается всегда, где это возможно и полезно. Такие ссылки даются только в качестве примеров, а не в виде полного перечня материалов, для которых пригоден каждый присадочный металл.

A2. Система классификации

A2.1 Система обозначения классификации электродов, принятая в настоящих Технических условиях, соответствует стандартной схеме, принятой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Буква "Е" в начале каждого обозначения в классификации указывает на возможность использования присадочного металла в качестве электрода.

A2.2 Поскольку электроды классифицируются исходя из химического состава металла сварочного шва, наплавляемого с их помощью, то химический символ "Ni", стоящий сразу после буквы "Е", используется для идентификации электродов как сплавов на основе никеля. Другие символы (Cr, Cu, Fe, Mo, Si, W и Co) в обозначениях предназначены для группирования электродов в зависимости от их основных легирующих свойств. Отдельные обозначения составлены из этих символов и цифры в конце этого обозначения (ENiMo-1 и ENiMo-3, например). Эти цифры указывают на различный состав сплавов внутри группы и в пределах этой группы не повторяются.

A2.3 С прикладной точки зрения классификации электродов в данных Технических условиях соответствуют классификации AWS A5.14/A5.14M *Голые сварочные электроды и присадочные прутки из никеля и никелевых сплавов* в тех случаях, когда имеет место соответствующее применение голых электродов и прутков (ER). Таблица A1 устанавливает связь классификаций покрытых электродов, приведенных в данном издании, с соответствующей классификацией ER в AWS A5.14/A5.14M. Здесь также приводится текущее обозначение каждой классификации так, как оно дано в известных соответствующих военных технических условиях, если таковое обозначение имеется.

A2.4 Международный институт сварки (IIW) разработал международную систему обозначения для сварочных присадочных металлов для использования во многих технических условиях ISO. В таблице A1 приведены обозначения, используемые в ISO 14172 для сравнения с аналогичными классификациями данных Технических условий присадочных металлов из никелевых сплавов. Для облегчения понимания предлагаемой международной системы обозначений, она приведена в таблице 10A приложения к документу IFS:2002 стандарта AWS *Международная система обозначений для классификации присадочных металлов*.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим Техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом AWS A5.01 *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика для материалов, поставляемых в соответствии с данными Техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку, согласно положениям стандарта AWS A5.01. В случае отсутствия такого указания в заказе на поставку, поставщик может провести при поставке материала те испытания, которые он обычно проводит для материала данной классификации, согласно плану F, таблицы 1, стандарта AWS A5.01. Проведение испытаний в соответствии с каким-либо другим планом, не указанным в данной таблице, должно быть специально оговорено в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4. Сертификация

Сам факт размещения обозначений классификации AWS и технических условий на упаковке, содержащей изделие, или на самом изделии свидетельствует о проведении поставщиком (изготовителем) сертификации, удостоверяющей, что изделие соответствует всем требованиям технических условий. Единственное требование к испытаниям, подразумеваемое при этой сертификации, заключается в том, что изготовитель, действительно, провел испытания, требуемые согласно техническим условиям, на представительной выборке материала из поставляемой партии и что этот материал удовлетворяет требованиям технических условий.

ТАБЛИЦА А1
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ^а

Существующая классификация AWS ^а	Номер UNS	Обозначение военных стандартов ^б	Соответствие A5.14/A5.14M ^с	Предлагаемое обозначение ISO
ENi-I	W82141	4N11	ERNi-1	ENi2061
ENiCr-4	W86172	—	ERNiCr-4	—
ENiCu-7	W84190	9N10	ERNiCu-7	ENi4060
ENiCrFe-1	W86132	3N12	ERNiCrFe-5	ENi6062
ENiCrFe-2	W86133	4N1A	ERNiCrFe-6	ENi6133
ENiCrFe-3	W86182	8N12	ERNiCr-3	ENi6182
ENiCrFe-4	W86134	—	—	ENi6093
ENiCrFe-7	W86152	—	ERNiCrFe-7	ENi6152
ENiCrFe-9	W86094	—	—	ENi6094
ENiCrFe-10	W86095	—	—	ENi6095
ENiCrFe-12	W86025	—	ERNiCrFe-12	ENi6025
ENiCrFeSi-1	W86045	—	ERNiCrFeSi-1	—
ENiMo-1	W80001	3N1B	ERNiMo-1	ENi1001
ENiMo-3	W80004	4N1W	ERNiMo-3	ENi1004
ENiMo-7	W80665	—	ERNiMo-7	ENH066
ENiMo-8	W80008	—	ERNiMo-8	ENi1008
ENiMo-9	W80009	—	ERNiMo-9	ENi1009
ENiMo-10	W80675	—	ERNiMo-10	ENi1067
ENiMo-11	W80629	—	ERNiMo-11	ENi1069
ENiCrMo-1	W86007	—	ERNiCrMo-1	—
ENiCrMo-2	W86002	—	ERNiCrMo-2	ENi6002
ENiCrMo-3	W86112	1N12	ERNiCrMo-3	ENi6625
ENiCrMo-4	W80276	—	ERNiCrMo-4	ENi6276
ENiCrMo-5	W80002	3N1C	—	ENi6275
ENiCrMo-6	W86620	—	—	ENi6620
ENiCrMo-7	W86455	—	ERNiCrMo-7	ENi6455
ENiCrMo-9	W86985	—	ERNiCrMo-9	ENi6985
ENiCrMo-10	W86022	—	ERNiCrMo-10	ENi6022
ENiCrMo-11	W86030	—	ERNiCrMo-11	ENi6030
ENiCrMo-12	W86032	—	—	ENi6627
ENiCrMo-13	W86059	—	ERNiCrMo-13	ENi6059
ENiCrMo-14	W86026	—	ERNiCrMo-14	ENi6686
ENiCrMo-17	W86200	—	ERNiCrMo-17	ENi6200
ENiCrMo-18	W86650	—	ERNiCrMo-18	ENi6650
ENiCrMo-19	W86058	—	ERNiCrMo-19	—
ENiCrCoMo-1	W86117	—	ERNiCrCoMo-1	ENi6117
ENiCrWMo-1	W86231	—	ERNiCrCoMo-1	ENi6231

ПРИМЕЧАНИЯ

- а. Требования к эквивалентным классификациям не обязательно полностью соответствуют.
- б. Обозначения из MIL-E-22200/3 *Покрываемые электроды из сплава на основе никеля и сплава на основе кобальта.*
- с. ANSI/AWS A5.14/A5.14M-2005 *Технические условия на сварочные электроды из никеля и никелевых сплавов.*

Представительной выборкой в данном случае является любая производственная партия материала данной классификации и того же состава. "Сертификация" не имеет в виду проведение каких-либо испытаний обязательно на образцах конкретного поставляемого материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. В основе сертификации, требуемой согласно данным Техническим условиям, лежат классификационные испытания "представительной выборки", упомянутой выше, и "Система обеспечения качества изготовителя" в стандарте AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

(a) Размеры помещения, где производится сварка (особое внимание уделяется высоте потолка).

(b) Число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении.

(c) Скорость выделения дымов, газов или пыли в зависимости от используемых материалов и сварочных процессов.

(d) Близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам по мере их выделения в зоне сварки, а также к газам и пыли в помещении, где производится сварка.

(a) Вентиляция помещения, где производится сварка.

A5.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1 *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах* (опубликованный Американским обществом сварщиков), посвящен вопросам, касающимся вентиляции, которая требуется во время сварки; за подробной информацией следует обращаться к этому стандарту. В частности, заслуживает внимания раздел этого документа, касающийся вентиляции.

A6. Сварочные процессы

A6.1 Перед сваркой или нагреванием каких-либо сплавов на основе никеля материал следует очистить. Масло, смазка, краска, жидкие смазки, маркировочные чернила, температурно-чувствительные материалы, многокомпонентная смазка для нарезания резьбы, а также другие аналогичные материалы часто содержат серу, свинец или серебро, которые могут вызвать образование трещин (хрупкость) основного металла или металла сварного шва во время сварки или нагревания.

A6.2 Электроды некоторых классов используются для получения сварных швов разнородных металлов. При выполнении таких сварных швов важно получить как можно меньше примеси за счет одного из элементов разнородных металлов (например, стали). Это может быть осуществлено путем медленного перемещения, позволяющего наплавлять широкий валик и рассеивать энергию дуги по расплавленному металлу на основе никеля, а не по стали.

A6.3 Большая часть электродов, рассматриваемых в настоящих Технических условиях, предназначены для применения с DCEP (постоянным током и прямой полярностью). Некоторые электроды могут предназначаться также для работы на переменном токе, что делает их более предпочтительными для минимизации дугового удара. Необходимо проконсультироваться у изготовителя электродов с целью определить, предназначено ли конкретное изделие для использования на переменном токе.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов

A7.1 Классификация ENi-1. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 95 Ni, 2,5 Ti. Электроды этой классификации используются для сварки кованных и литых форм, изготовленных из технически чистого никеля, как между собой, так и со сталью (т. е. соединение никеля со сталью и наплавка никеля на сталь). Типичными техническими условиями на основной металл, содержащий никель, являются ASTM B160, B161, B162, B163, причем все эти металлы имеют номера UNS N02200 или N02201. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, используются только в горизонтальной и нижней позициях.

A7.2 Классификация ENiCr-4. Электроды данной классификации предназначены в основном для сварки отливок марки ASTM A560. Состав ENiCr-4 устойчив к атмосферам цементационной печи и к коррозии продуктами сгорания топлива, которая происходит при сжигании низкокачественного тяжелого топлива. Окалиностойкость состава ENiCr-4 достигает 2100°F [1150°C].

A7.3 Классификация ENiCu-7. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 66 Ni, 30 Cu, 3 Mn, 1 Fe. Электроды этой классификации применяются для сварки медноникелевых сплавов с такими же сплавами и со сталью, для сварки сталей, плакированных никелемедным сплавом со стороны плакировки, а также для наплавления поверхности стали металлом шва из никелемедного сплава. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелемедного сплава, являются ASTM B127, B163, B164, B165, причем все эти металлы имеют номер UNS N04400.

Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки. Металл сварного шва пригоден для эксплуатации как в состоянии непосредственно после сварки, так и после соответствующей послесварочной термообработки. Квалификационные испытания следует проводить заблаговременно, чтобы удостовериться, что необходимые характеристики могут быть получены после выполнения определенного вида термообработки.

A7.4 Классификации ENiCrFe-X

A7.4.1 ENiCrFe-1. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 70 Ni, 15 Cr, 8 Fe, 3,5 Mn, 2,5 Nb (Cb) плюс Ta. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехроможелезных сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехроможелезным сплавом со стороны плакировки, для наплавления на поверхность стали металла шва из никелехроможелезного сплава. Практическое применение электродов возможно в диапазоне температур от криогенных до приблизительно 1800°F [980°C]. Однако при температурах выше 1500°F [820°C] эти электроды не обеспечивают оптимальной стойкости к окислению и достаточной прочности наплавленного металла.

Эти электроды пригодны также для соединения стали со сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B163, B166, B167 и B168, причем все эти металлы имеют номер UNS N06600. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.4.2 ENiCrFe-2. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 70 Ni, 15 Cr, 8 Fe, 2 Mn, 2 Nb плюс Ta, 1,5 Mo. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехроможелезных сплавов, 9%-ной никелевой стали и разнообразных соединений разнородных металлов (включая углеродистую сталь, нержавеющую сталь, никель, сплавы на основе никеля). Основные металлы могут быть коваными или литыми (свариваемых марок), либо теми и другими. Практическое применение электродов возможно в диапазоне температур от криогенных до приблизительно 1800°F [980°C]. Однако при температурах выше 1500°F [820°C] электроды ENiCrFe-2 не обеспечивают оптимальной стойкости к окислению и достаточной прочности наплавленного металла. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B163, B166, B167 и B168, причем все эти металлы имеют номер UNS N06600. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.4.3 ENiCrFe-3. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 65 Ni, 15 Cr, 8 Fe, 7,5 Mn, 2 Nb плюс Ta. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехроможелезных сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехроможелезным сплавом со стороны плакировки, а также для наплавления металла шва из никелехроможелезного сплава на поверхность стали, если относительно высокое содержание магния не является вредным. Электроды могут практически использоваться в диапазоне температур, начиная от криогенных до приблизительно 900°F [480°C]. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B163, B166, B167 и B168, причем все эти металлы имеют номер UNS N06600.

Эти электроды могут использоваться для сварки стали с другими сплавами на основе никеля. При испытании на изгиб для данного металла сварного шва допускаются трещины меньшего размера, чем для металла сварного шва, получаемого с помощью электродов классификаций ENiCrFe-1 и ENiCrFe-2. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.4.4 ENiCrFe-4. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 70 Ni, 15 Cr, 8 Fe, 2,5 Mn, 2,5 Nb плюс Ta, 2,5 Mo. Электроды этой классификации применяются для сварки стали, содержащей 9% никеля. Типичными техническими

условиями на основной металл, состоящий из 9%-ной никелевой стали, являются ASTM A333, A334, A353, A522 и A553, причем все эти металлы имеют номер UNS K81340. Прочность металла сварного шва выше, чем в случае использования классификации ENiCrFe-2.

A7.4.5 ENiCrFe-7. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 55 Ni, 29 Cr, 9,5 Fe, 3 Mn, 1,5 Nb плюс Ta. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехроможелезного сплава номера UNS N06690. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B166, B167 и B168. Электроды также могут быть использованы для сварки никелехроможелезных сплавов со сталями, нержавеющими сталями и коррозионностойкими покрытиями на стали. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.4.6 ENiCrFe-9. Номинальный состав (в % по массе), образованный электродами этой классификации, соответствует 70 Ni, 14 Cr, 9 Fe, 1,5 Nb плюс Ta, 4 Mo. Электроды этой классификации применяются для сварки стали, содержащей 9% никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из 9%-ной никелевой стали, являются A333, A334, A353, A522 и A553, причем все эти металлы имеют номер UNS K81340. Электроды размером до 5/32 дюйма [4,0 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.4.7 ENiCrFe-10. Номинальный состав (в % по массе) электродов этой классификации соответствует 65 Ni, 15 Cr, 10 Fe, 1,5 Nb плюс Ta, 3 Mo, 2 W. Электроды этой классификации применяются для сварки стали, содержащей 9% никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из 9%-ной никелевой стали, являются ASTM A333, A334, A353, A522 и A553, причем все эти металлы имеют номер UNS K81340. Электроды размером до 5/32 дюйма [4,0 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Электроды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.4.8 ENiCrFe-12. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 63 Ni, 25 Cr, 9,5 Fe и 2,1 Al. Электроды этой классификации применяются для сварки металлов UNS N06025, никелехроможелезного сплава к стали или другим основным сплавам на никелевой основе. Типичными техническими условиями на основной металл являются ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B 516, B 517, B 546 и B 564, все эти металлы имеют номер UNS N06025.

A7.5 Классификация ENiCrFeSi-1. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 46 Ni, 28 Cr, 23 Fe и 2,75 Si. Электроды этой классификации применяются для сварки металлов UNS N06025, никелехроможелезного сплава к стали или другим основным сплавам на никелевой основе.

Типичными техническими условиями на основной металл являются ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B516, B517, B546 и B564, все эти металлы имеют номер UNS N06045.

A7.6 Классификации ENiMo-X

A7.6.1 ENiMo-1. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 67 Ni, 28 Mo, 5 Fe. Electroды классификации ENiMo-1 применяются для сварки никелемолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелемолибденовым сплавом со стороны плакировки, а также для сварки никелемолибденовых сплавов со сталью и другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелемолибденовых сплавов, являются ASTM B333, B335, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N10001. Electroды классификации ENiMo-1 обычно применяются для сварки только в нижней позиции.

A7.6.2 ENiMo-3. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 63 Ni, 25 Mo, 5,5 Fe, 4 Cr. Electroды классификации ENiMo-3 применяются для сварки комбинаций разнородных металлов из сплавов на основе никеля, на основе кобальта и на основе железа. Эти electroды обычно применяются для сварки только в нижней позиции.

A7.6.3 ENiMo-7. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 69 Ni, 28 Mo, 1,5 Fe, 1,5 Mn. Electroды классификации ENiMo-7 имеют контролируемое низкое содержание углерода, железа, кобальта и применяются для сварки никелемолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелемолибденовым сплавом со стороны плакировки, а также для сварки никелемолибденовых сплавов со сталью и другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелемолибденовых сплавов, являются ASTM B333, B335, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N10665. Эти electroды обычно применяются для сварки только в нижней позиции.

A7.6.4 ENiMo-8. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла соответствует 70 Ni, 18 Mo, 7 Fe, 3 W, 2 Cr. Electroды этой классификации применяются для сварки стали, содержащей 9% никеля, но применения также могут быть и другими. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из 9%-ной никелевой стали, являются ASTM A333, A334, A353, A522 и A553, причем все эти металлы имеют номер UNS K81340. Electroды размером до 5/32 дюйма [4,0 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Electroды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.6.5 ENiMo-9. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла соответствует 70 Ni, 19 Mo, 3 Fe, 3 W, 1 Cu. Electroды этой классификации применяются для сварки стали, содержащей 9% никеля, но применения также могут быть и другими. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из 9%-ной никелевой стали, являются ASTM A333, A334, A353, A522 и A553, причем все эти металлы имеют номер UNS K81340.

Electroды размером до 5/32 дюйма [4,0 мм] могут быть использованы во всех позициях сварки. Electroды, имеющие размер больше упомянутого выше, применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.6.6 ENiMo-10. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 69 Ni, 28 Mo, 1,5 Cr, 1,5 Fe и низкое содержание углерода. Присадочные материалы используются для сварки никелемолибденовых сплавов (номера UNS N10665 и N10675), для сварки сталей, плакированных никелемолибденовым сплавом со стороны плакировки и для сварки никелемолибденовых сплавов со сталью и другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелемолибденовых сплавов, являются ASTM B333, B335, B366, B564, B619, B622 и B626. Эти покрытые electroды обычно используются для сварки в нижней позиции.

A7.6.7 ENiMo-11. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 67 Ni, 28 Mo, 3 Fe, 1,3 Cr и низкое содержание углерода. Присадочные материалы используются для сварки никелемолибденовых сплавов (номера UNS N10665 и N10629), для сварки сталей, плакированных никелемолибденовым сплавом со стороны плакировки и для сварки никелемолибденовых сплавов со сталью и другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелемолибденовых сплавов, являются ASTM B333, B335, B366, B564, B619, B622 и B629. Эти покрытые electroды обычно используются для сварки в нижней позиции.

A7.7 Классификации ENiCrMo-X

A7.7.1 ENiCrMo-1. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 43 Ni, 22 Cr, 19,5 Fe, 6,5 Mo, 2 Nb плюс Ta, 2 Cu, 1,5 Mn. Electroды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, и для сварки никелехромомолибденового сплава со сталью и другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B581, B582, B619 и B622, причем все эти металлы имеют номер UNS N06007. Эти electroды обычно используются только для сварки в нижней позиции.

A7.7.2 ENiCrMo-2. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 47 Ni, 22 Cr, 18 Fe, 9 Mo, 1,5 Co. Electroды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, и для сварки никелехромомолибденового сплава со сталью и другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B435, B572, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06002. Эти electroды обычно используются только для сварки в нижней позиции.

A7.7.3 ENiCrMo-3. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 60 Ni, 22 Cr, 9 Mo, 5 Fe, 3,5 Nb плюс Ta. Electroды классификации ENiCrMo-3 применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов с этими же сплавами и со сталью, а также для наплавления металла шва из никелехромомолибденового сплава на поверхность стали. Эти электроды могут также использоваться для сварки сплавов на основе никеля со сталью. Эти электроды применяются в диапазоне температур от криогенных до 1000°F [540°C]. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B443, B444 и B446, причем все эти металлы имеют номер UNS N06625. Electroды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Electroды больших размеров применяются только в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.7.4 ENiCrMo-4. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 57 Ni, 16 Mo, 15,5 Cr, 5,5 Fe, 4 W, низкий C. Electroды этой классификации применяются для сварки низкоуглеродистого никелехромомолибденового сплава, для сварки сталей, плакированных низкоуглеродистым никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, а также для сварки низкоуглеродистого никелехромомолибденового сплава со сталью и с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B574, B575, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N10276. Эти электроды обычно используются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.5 ENiCrMo-5. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 53 Ni, 16 Mo, 15,5 Cr, 5,5 Fe, 4 W. Electroды этой классификации применяются для наплавки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом. Эти электроды обычно используются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.6 ENiCrMo-6. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 65 Ni, 14,5 Cr, 7 Fe, 7 Mo, 3 Mn, 1,5 W, 1,5 Nb плюс Ta. Electroды этой классификации применяются для сварки 9%-ной никелевой стали, однако могут применяться и в других случаях. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из 9%-ной никелевой стали, являются ASTM A333, A334, A353, A522 и A553, причем все эти металлы имеют номер UNS K81340. Electroды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Electroды больших размеров применяются в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.7.7 ENiCrMo-7. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 65 Ni, 16 Cr, 15,5 Mo, 1,5 Fe. Electroды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденового сплава, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, для сварки никелехромомолибденовых сплавов со сталью и с другими сплавами на основе никеля.

Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B574, B575, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06455. Эти электроды обычно используются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.8 ENiCrMo-9. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 44 Ni, 22 Cr, 19,5 Fe, 7 Mo, 2 Co, 2 Cu. Electroды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, для сварки никелехромомолибденовых сплавов со сталью и с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B581, B582, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06985. Эти электроды обычно используются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.9 ENiCrMo-10. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 56 Ni, 22 Cr, 13 Mo, 4 Fe, 3 W. Electroды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, для сварки никелехромомолибденовых сплавов со сталью и с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B574, B575, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06022. Electroды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Electroды больших размеров применяются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.10 ENiCrMo-11. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 43 Ni, 30 Cr, 15 Fe, 5 Mo, 2 Co, 3 W, 2 Cu. Electroды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, для сварки никелехромомолибденовых сплавов со сталью и с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B581, B582, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06030. Эти электроды обычно используются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.11 ENiCrMo-12. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 58 Ni, 21,5 Cr, 9,5 Mo, 3 Fe, 2 Nb плюс Ta. Electroды этой классификации применяются для сварки хромоникелемолибденовых аустенитных нержавеющей сталей с этими же сталями, с дуплексными аустенитно-ферритными нержавеющей сталями, с никелехромомолибденовыми сплавами, а также с другими сталями. Состав электродов классификации ENiCrMo-12 сбалансирован таким образом, чтобы

обеспечить коррозионно-стойкие швы при температурах ниже диапазона ползучести высоколегированных аустенитных нержавеющих сталей. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из хромоникелемолибденовых нержавеющих сталей, являются A240, A167, A182, A249, A276, A312, A358, A473 и A479, особенно марка UNS S31254, содержащаяся в этих технических условиях. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Электроды больших размеров применяются в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.7.12 ENiCrMo-13. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 59 Ni, 23 Cr, 16 Mo, 1 Fe, низкоуглеродистые. Электроды этой классификации применяются для сварки низкоуглеродистого никелехромомолибденового сплава, для сварки сталей, плакированных низкоуглеродистым никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, а также для сварки низкоуглеродистого никелехромомолибденового сплава со сталью и с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B574, B575, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06059.

A7.7.13 ENiCrMo-14. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 57 Ni, 21 Cr, 16 Mo, 4 W. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов (номера UNS N06686, N06625, N10276 и N06022), которые используются в жестких условиях коррозии, где требуется стойкость к распаду, окислению, образованию трещин и точечной коррозии. Для таких условий металлы на основе железа рекомендуются плакировать коррозионностойким покрытием.

A7.7.14 ENiCrMo-17. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 59 Ni, 23 Cr, 16 Mo, 3 Fe, 1,6 Cu. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, для сварки никелехромомолибденовых сплавов со сталью и с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B574, B575, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06200. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Электроды больших размеров применяются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.15 ENiCrMo-18. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 50 Ni, 20 Cr, 13,5 Fe, 11,5 Mo и 1,5 W. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, таких как номер UNS N06625, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, для сварки никелехромомолибденовых сплавов со сталью и с другими сплавами на основе никеля, а также соединения некоторых никелехромомолибденовых сплавов, таких как номера UNS N06625, N08825, N06985, N08020, N08926 и N0831. Электроды размером до 1/8 дюйма

[3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Электроды больших размеров применяются для сварки только в нижней позиции.

A7.7.16 ENiCrMo-19. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 58 Ni, 21 Cr, 20 Mo, 1 Fe. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, для сварки никелехромомолибденовых сплавов со сталью и с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B574, B575, B366, B564, B619, B622 и B626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06058. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Электроды больших размеров применяются для сварки только в нижней позиции.

A7.8 Классификация ENiCrCoMo-1. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 52 Ni, 23 Cr, 12 Co, 9 Mo, 2 Fe, 1,5 Mn. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехромкобальтмолибденовых сплавов (номер по UNS N06617) с этими же сплавами и со сталями для наплавки поверхности из никелехромкобальтмолибденового наплавленного металла. Электроды также используются в областях применения, где требуется оптимальная прочность и устойчивость к окислению в температурном диапазоне от 1500°F [820°C] до 2100°F [1150°C], в особенности при наплавлении основных металлов никельжелезохромовых сплавов. Электроды размером до 1/8 дюйма [3,2 мм] могут использоваться при сварке во всех позициях. Электроды больших размеров применяются в нижней и горизонтальной позициях сварки.

A7.9 Классификация ENiCrWMo-1. Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этой классификации, соответствует 57 Ni, 22 Cr, 14 W, <5 Co, <3 Fe, 2 Mo. Электроды этой классификации применяются для сварки никелехромвольфрамомолибденлантанового сплава ASTM B 366, B 435, B 564 и B 572, имеющих UNS номер N06230. Электроды данной классификации применяются для сварки в основном только в нижней позиции.

A8. Специальные испытания

Общезвестно, что в некоторых случаях могут потребоваться дополнительные испытания для определения специальных свойств, таких как стойкость к коррозии, стойкость к образованию окалины или прочность при повышенных или криогенных температурах.

Стандарт AWS A5.01 содержит положения, касающиеся составления заказа на проведение таких испытаний. Этот раздел включен в качестве руководства для тех, кто желает указать на необходимость проведения таких специальных испытаний. Эти испытания могут быть проведены по согласованию между поставщиком и покупателем.

A8.1 Испытания на коррозию и образование окалины

A8.1.1 Хотя сварные швы, полученные с помощью электродов, рассматриваемых в настоящих Технических условиях, обычно используются как коррозионно-стойкие и термостойкие, испытания на определение этих свойств не включены в настоящие технические условия.

При необходимости в конкретном случае применения испытания могут проводиться на образцах, взятых либо из наплавленного слоя, либо из сварного соединения. Образцы, отобранные из соединения, пригодны для проведения квалификационной оценки сварочных процедур (в случае специального применения, где имеет значение стойкость к коррозии и окислению), но не для квалификационной оценки электрода.

Испытания на образцах, отобранных из соединения, имеют тот недостаток, что они являются комбинированными испытаниями на определение свойств металла сварного шва, зоны теплового воздействия и не подвергавшейся воздействиям зоны основного металла. С учетом всех этих факторов получение воспроизводимых результатов затруднительно (если существует различие свойств материалов в разных частях образца). Образцы, отобранные из соединения, имеют то преимущество, что они способны воспроизвести схему соединения и последовательность операций сварки, планируемые при изготовлении.

A8.1.2 Образцы для определения стойкости к коррозии или окислению только металла сварного шва подготавливаются в соответствии с процедурой, описанной в параграфе 9.3 настоящих Технических условий. Размер наплавленного слоя должен составлять, по крайней мере, 3/4 дюйма [19 мм] по высоте, на 2 1/2 дюйма [65 мм] по ширине и на 1 + 5/8 n (дюйма) [25 + 16n (мм)] по длине, где "n" – число образцов, требующихся для взятия из наплавленного слоя. Образцы, имеющие размеры 1/2 x 2 x 1/4 дюйма [13 x 50 x 6 мм] получают механическим способом из верхней части наплавленного слоя таким образом, чтобы размер образца 2 дюйма [50 мм] располагался параллельно размеру наплавленного слоя 2 1/2 дюйма [65 мм], а размер 1/2 дюйма [13 мм] был параллелен длине наплавленного слоя.

A8.1.3 Перед испытаниями термообработка, чистовая обработка поверхности и маркировка образцов должны производиться в соответствии с установившейся практикой проведения испытаний аналогичных сплавов в ковальной или литой формах. Процедуры испытаний должны соответствовать ASTM G4 *Рекомендуемая практика проведения заводских испытаний на коррозию*.

A9. Отмененные классификации

Некоторые классификации были отменены при пересмотрах настоящих Технических условий. Это является результатом изменений либо в коммерческой практике, либо в системе классификации, используемой в данных технических условиях. Классификации, которые были отменены, перечислены в таблице A2, где указан год их последнего включения в данные Технические условия.

A10. Общие положения техники безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ. Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в приложении, раздел A5. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные в A10.2, ANSI Z49.1 "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах"⁹, а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

⁹ ANSI Z49.1 опубликовано Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ТАБЛИЦА A2
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Отмененная классификация	Год последней публикации
ENiCu-1	1969
ENiCu-2	1969
ENiCu-3	1964
ENiCu-4	1969
ENiCr-1	1969
ENiMo-2 ^a	1964
ENiMoCr-I ^b	1969
ENiCuAl-1	1969

ПРИМЕЧАНИЯ

- a. Переклассифицирована как ENiMoCr-1 в 1969 г.
b. Переклассифицирована как ENiCrMo-5 в 1976 г.

A10.1 Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности. Бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Их можно загрузить и распечатать непосредственно с Интернет-сайта AWS <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

A10.2 Указатель бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)¹⁰

Номер	Наименование
1	Пары и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных аэрозолях
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на этикетках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Электрокардиостимуляторы и сварочные работы
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Плановые остановки и маркировка оборудования
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металлургической
21	Контактная точечная сварка
22	Выделение кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: Безопасное обращение и применение
25	Отравление парами металла
27	Электроды из торированного вольфрама
29	Заземление переносных и смонтированных на базовой машине генераторов сварки

¹⁰ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ ВОЛЬФРАМА И ЕГО СПЛАВОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ И РЕЗКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.12/SFA-5.12M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.12/A5.12M-98. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

Данные Технические условия содержат требования по классификации электродов из чистого вольфрама и его сплавов для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа резки, а также плазменно-дуговой сварки и резки.

РАЗДЕЛ А – ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Нормативно-справочные документы

2.1 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ANSI/AWS¹:

(a) ANSI/AWS A1.1 "Руководство по метрическим процедурам для сварочной индустрии";
(b) ANSI/AWS A5.01 "Металлы присадочные. Руководство по поставке";

(c) ANSI/ASC Z49.1 "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах" (опубликовано Американским обществом сварщиков).

2.2 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ASTM:

(a) ASTM F288 "Технические условия для вольфрамовой проволоки для электронных устройств и ламп";

(a) ASTM E29 "Результаты испытаний. Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям".

2.3 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ISO³:

(a) ISO 6848 "Вольфрамовые электроды для дуговой сварки в среде инертного защитного газа и для плазменной сварки и резки".

3. Классификация

3.1 Электроды из вольфрама и вольфрамовых сплавов, на которые распространяются технические условия A5.3/A5.3M классифицируются с использованием системы единиц, не зависимой от системы единиц США и Международной системы единиц (СИ). Классификация базируется на химическом составе электрода, указанном в таблице 1. Смотрите приложение A7 для описания классификации.

3.2 Электроды, отнесенные к одной классификации, не должны классифицироваться по другой классификации, входящей в данные технические условия.

3.3 Электроды, подходящие под любую другую классификацию, не должны классифицироваться по классификации EWG.

3.4 Электроды, описанные в данных ТУ, предназначены для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW), дуговой резки вольфрамовым электродом (GTAC), плазменно-дуговой сварки (PAW) и резки (PAC), что, однако, не исключает их использования в любом другом подходящем процессе.

4. Приемка

Приемка⁴ электродов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01 "Металлы присадочные. Руководство по поставке".

5. Сертификация

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классификационный идентификатор на изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных Технические условий.⁵

¹ Стандарты AWS можно получить по адресу: the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Стандарты ASTM можно получить по адресу: the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

³ Стандарты ISO можно получить по адресу: the American National Standards Institute (ANSI), West 42nd Street, New York, NY 10036.

⁴ См. п. A3 Приемка (в приложении) относительно дополнительной информации о приемке и испытаниях поставляемых материалов и ANSI/AWS A5.01 "Металлы присадочные. Руководство по поставке".

⁵ См. Секция A4, Сертификация (в приложении) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ^a

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^b	Проценты по весу					Другие оксиды или элементы, всего
		W Мин. (разность) ^c	CeO ₂	La ₂ O ₃	ThO ₂	ZrO ₂	
EW ^e	R07900	99.5	—	—	—	—	0.5
EWCe-2 ^e	R07932	97.3	1.8-2.2	—	—	—	0.5
EWLa-1 ^e	R07941	98.3	—	0.8-1.2	—	—	0.5
EWLa-1.5	R97942	97.8	—	1.3-1.7	—	—	0.5
EWLa-2	R07943	97.3	—	1.8-2.2	—	—	0.5
EWTh-1 ^e	R07911	98.3	—	—	0.8-1.2	—	0.5
EWTh-2 ^e	R07912	97.3	—	—	1.7-2.2	—	0.5
EWZr-1 ^e	R07920	99.1	—	—	—	0.15-0.40	0.5
EWG^d	—	94.5	—	—	—	—	0.5

ПРИМЕЧАНИЯ

- Электроды должны анализироваться на содержание оксидов, указанных в таблице. При обнаружении других элементов или оксидов в процессе анализа, их количество должно быть определено и их общее количество не должно превышать значения, указанного в последней колонке данной таблицы "Другие оксиды или элементы, всего".
- Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Содержание вольфрама должно быть определено путем вычитания общего количества указанных оксидов и других оксидов и элементов из 100%.
- Классификация EWG должна содержать определенное количество оксидов или добавочных элементов, а производитель, в свою очередь, должен определять и указывать тип и содержание оксидов и добавочных элементов.
- Смотри таблицу A2 для определения точного соответствия маркам стандарта ISO 6848.

6. Единицы измерения и правила округления

6.1 В данных технических условиях использованы как единицы измерения, принятые в США, так и единицы Международной системы единиц (СИ). Значения не являются эквивалентными; поэтому каждая система должна использоваться независимо от другой, смешение их не допускается. Технические условия с обозначением A5.12 используют единицы измерения, принятые в США. Технические условия A5.12M используют единицы СИ. Последние указаны в соответствующих столбцах таблиц или в скобках [] при использовании в тексте.

6.2 Для определения соответствия данным техническим условиям наблюдаемое или подсчитанное значение должно быть округлено до "ближайшей единицы" в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, описанным в Руководстве ASTM E29 "Практика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям".

ЧАСТЬ В – ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ**7. Обзор испытаний**

Единственным испытанием, требуемым для классификации изделия по данным ТУ, является химический анализ состава электрода. Электроды также должны отвечать предъявляемым требованиям по размерам, обработке поверхности и маркировке, установленным данными ТУ.

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, испытание повторяют дважды. Результаты обоих испытаний должны удовлетворять установленным требованиям. Образец для повторного испытания может быть взят как из исходного образца, так и из нового. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определенно установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке опытных образцов, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено, или соответствовали ли результаты испытания установленным требованиям. Такое испытание следует повторить, следуя предписанным методикам. В этом случае не действует требование удвоения опытных образцов.

9. Химический анализ

9.1 Образец электрода должен быть подготовлен для химического анализа состава.

9.2 Образец следует анализировать принятыми аналитическими методами. Проверочным методом является метод ASTM F288 "Технические условия для вольфрамовой проволоки для электронных устройств и ламп".

9.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 для классификации испытываемых электродов.

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ

Размер				Длина			
Диаметр дюйм	Допуск ^а ± дюйм	Диаметр мм	Допуск ^а ± мм	Длина дюйм	Допуск ^а ± дюйм	Длина мм	Допуск ^а мм
0.010	0.001					50 ^б	±1.5
		0.300	0.025	3	1/16	75 ^б	-1.0, +2.5
0.020	0.002	0.50 ^б	0.05	6	1/16	150 ^б	-1.0, +4.0
0.040	0.002	1.00 ^б	0.05	7	1/8	175 ^б	-1.0, +6.0
0.060 ^с	0.002			12	1/8	305	±3.0
		1.60 ^б	0.05	18	1/8	455	±3.0
		2.00 ^б	0.05	24	1/8	610	±3.0
0.093 (³ / ₃₂)	0.003	2.40	0.08				
		2.50 ^б	0.08				
		3.00	0.10				
0.125 (¹ / ₈)	0.003	3.20 ^б	0.10				
0.156 (⁵ / ₃₂)	0.003	4.00 ^б	0.10				
0.187 (³ / ₁₆)	0.003	4.80	0.10				
		5.00 ^б	0.10				
0.250 (¹ / ₄)	0.003	6.40	0.10				
		8.00 ^б	0.10				

ПРИМЕЧАНИЯ

- a. Допуски, отличающиеся от указанных, могут быть использованы по договору между продавцом и покупателем.
b. Стандартные размеры и длины, а следовательно, и допуски в ISO 6848, в некоторых случаях могут различаться.
c. Также, хотя метрический размер 1,6 мм (0,063 дюйма) ближе к 1/16 дюйма (0,0625 дюйма), стандартным является использование американской длины в 0,060 дюйма в качестве 1/16 дюйма.

9.4 Добавки в сплав должны быть равномерно распределены по всему объему электрода во избежание неблагоприятных изменений в работе электрода.

ЧАСТЬ С – ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

10. Способ изготовления

Электроды, классифицируемые согласно данным Техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение изделий, отвечающих требованиям данных Технических условий.

11. Стандартные размеры

Стандартные диаметры и длины указаны в таблице 2. Размеры и допуски, отличающиеся от указанных, могут быть использованы по договору между продавцом и покупателем.

12. Чистовая обработка и однородность

12.1 Электроды должны быть свободны от поверхностных загрязнений, нежелательных пленок, посторонних включений, капилляров, расщепов, окалины и т. д., которые могут отрицательно сказаться на работе.

12.2 Электроды должны подвергаться либо чистовой обработке, либо шлифовке. Шлифовка предполагает, что электрод был очищен от всех

посторонних включений и после этого отшлифован до одинакового размера. Электроды должны поставляться с блестящей полированной поверхностью.

12.3 Для электродов, подвергшихся шлифовке, максимальное значение шероховатости поверхности должно быть в пределах 32 мкдюймов AARN [0,8 μRa].

12.4 Электроды должны иметь прямую форму, чтобы любой элемент их поверхности свыше определенной длины находился между двумя параллельными прямыми с определенным расстоянием между ними, так чтобы эти линии и ось симметрии электрода лежали в одной плоскости, как показано на рис. 1. Это расстояние равно 0,020 дюйма [0,5 мм] при длине 4 дюйма [100 мм].

13. Стандартная форма упаковки

Стандартной формой упаковки являются прямые отрезки. Вид упаковки и количество электродов в ней устанавливаются по договору между покупателем и поставщиком.

РИС. 1. ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЯ РОВНОСТИ

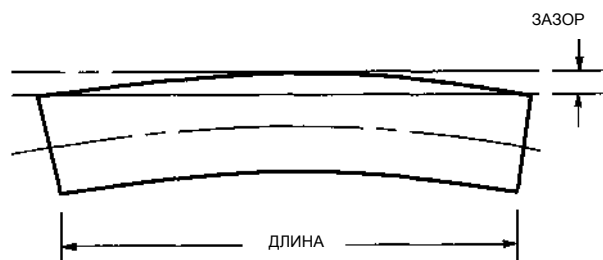


ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ ПО МАРКИРОВКЕ ЭЛЕКТРОДОВ^{a,b}

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Цвет
EW P	Зеленый ^c
EW Ce-2	Оранжевый
EW La-1	Черный ^c
EW La-1.5	Золотой
EW La-2	Голубой
EW Th-1	Желтый ^c
EW Th-2	Красный ⁰
EW Zr-1	Коричневый ^c
EW G	Серый

ПРИМЕЧАНИЯ

- Цветовая маркировка может быть нанесена в виде полос, точек и т. д. в любом месте на поверхности электрода.
- Методика нанесения маркировки не должна изменять диаметр электрода за пределы допуска.
- Цветовой код соответствует ISO 6848.

14. Маркировка электродов

14.1 Электроды должны иметь цветовую маркировку согласно требованиям таблицы 3.

14.2 Цветовая маркировка может быть выполнена любым методом, который отвечает требованиям данных ТУ. Данная маркировка не должна влиять на работу электрода.

15. Упаковка

Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

16. Маркировка упаковки

16.1 На каждой упаковке должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить). Для классификации EWG – тип и номинальное содержание оксидных добавок;

(b) название и торговый знак фирмы-изготовителя;

(c) размер и масса нетто;

(d) номер партии, контроля или плавки.

16.2 Маркировка наружной упаковки изделий, перечисленных в п. 16.1, оставляется на усмотрение производителя.

16.3 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку:

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению данную информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может привести к повреждению глаз и вызвать ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед использованием прочтите и уясните инструкции изготовителя, требования по безопасности для материала и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма.
- Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Применяйте подходящие средства защиты глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- См. национальный стандарт США ANSI/ASC Z49.1 "Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах", опубликованный AWS, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126; и Стандарты OSHA по технике безопасности и охране труда 29 CFR 1910, имеющиеся в Правительственной типографии США, Washington, DC 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ

Приложение

Руководство по Техническим условиям для электродов из вольфрама и его сплавов для дуговой сварки и резки

(Данное приложение не является частью документа ANSI/AWS A5.12/A5.12M-98 *Электроды из вольфрама и его сплавов для дуговой сварки и резки. Технические условия*, а включено в него только для информации.)

A1. Введение

A1.1 Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов с их предполагаемым применением, чтобы технические условия использовались эффективно.

A1.2 Вольфрамовые электроды не являются расходными, т. е. они не становятся частью металла сварного шва в отличие от электродов, используемых в качестве присадочного металла. Назначение вольфрамового электрода – служить в качестве одной из оконечностей дуги, которая обеспечивает нагрев, необходимый для сварки или резки.

A2. Классификация

A2.1 Используемая в данных Технических условиях система классификации электродов соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для присадочных металлов. Буква "E" в начале обозначения каждого класса обозначает электрод. Буква "W" указывает, что электрод состоит преимущественно из вольфрама. "P" указывает, что электрод обязательно состоит из чистого вольфрама и не содержит специальных добавленных компонентов сплава. Буквы "Ce", "La", "Th" и "Zr" указывают, что в электрод добавлены соответственно оксиды церия, лантана, тория или циркония. Номер в конце некоторых классификаций указывает на отличающийся химический состав или изделие внутри конкретной группы.

A2.2 Классификация "G"

A2.2.1 Данные Технические условия включают в себя электроды, классифицированные как EWG. Индекс "G" указывает, что электрод относится к общему классу. Он является "общим", потому что не все из отдельных требований, заданных для каждого другого класса, указываются для данного класса. Цель создания данного класса состоит в том, чтобы обеспечить метод, благодаря которому электроды, отличающиеся в том или ином отношении (например, химический состав) от всех прочих классов (в том смысле, что состав электрода – в случае данного примера – не соответствует

составу, указанному для любого класса в технических условиях) тем не менее, могут быть классифицированы в соответствии с техническими условиями. Целью является обеспечение возможности классификации полезного электрода немедленно в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, что два электрода – каждый из которых имеет класс "G" – могут значительно отличаться по отдельным параметрам. Для предотвращения возникновения коллизий, которые может вызвать такая ситуация, в данных ТУ требуется, чтобы производитель указывал на маркировке тип и номинальное количество добавок в конкретном продукте.

A2.2.2 Запрос на классификацию электродов

(1) Если электрод невозможно отнести ни к одной классификации, кроме "G", производитель вправе потребовать установления новой классификации для данного электрода. Производитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже. Когда производитель решает использовать класс "G", Комиссия по присадочным металлам рекомендует производителю все же установить класс для этого электрода в случае, если электрод имеет коммерческое значение.

(2) Запрос на установление новой классификации электродов должен делаться в письменной форме и содержать достаточное количество подробностей, чтобы Комитет по присадочным металлам или подкомитет могли определить, является ли целесообразным новый класс или модификация существующего класса и является ли любое из этих решений необходимым, для того, чтобы удовлетворить потребность. В запросе должны быть указаны переменные и их пределы для подобного класса или модификации. В запросе должен быть указан срок, к которому должен быть определен новый класс или модификация.

(3) Запрос посылается в секретариат Комитета по присадочным металлам, находящийся в головном офисе Американского общества сварщиков. После получения запроса Секретариат должен сделать следующее.

(a) Запросу присваивается идентификационный номер. Этот номер включает дату получения запроса.

(b) Подтверждается получение запроса и вместе с идентификационным номером передается лицу, сделавшему запрос.

(с) Копия запроса посылается председателю Комитета по присадочным металлам, а также председателю соответствующего подкомитета, имеющего непосредственное отношение к вопросу.

(d) Оригинал запроса подшивается в архив.

(e) Запрос добавляется в список запросов, находящихся в работе.

(4) Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. В случае задержки более чем на 12 месяцев, секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателю комитета и в подкомитет. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по истечении 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и секретарь докладывает о них председателю комитета по присадочным металлам для принятия на контроль.

(5) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год с повесткой дня для каждого заседания комитета по присадочным металлам. Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества сварщиков.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным Техническим условиям, соответствует стандарту ANSI/AWS A5.01 *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*, как оговорено в данном документе. Любые испытания материала, поставляемого в соответствии с данными Техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны быть четко указаны в заказе на покупку, в соответствии с положениями ANSI/AWS A5.01. В случае отсутствия каких-либо указаний такого рода в заказе на покупку, поставщик может отправить материал, прошедший испытания, которые обыкновенно проводятся для материала данного класса, как оговорено в перечне F, таблица 1, ANSI/AWS A5.01. Испытание в соответствии с любой другой спецификацией в данной таблице должно быть специально оговорено в заказе покупателя. В таких случаях приемка доставленного материала производится в соответствии с указанными требованиями.

A4. Сертификация

Маркировка технических требований AWS и обозначений класса изделия на упаковке или маркировка класса на самом изделии означает свидетельство поставщика (производителя) в том, что изделие отвечает всем требованиям технических условий.

Единственным безоговорочным требованием в отношении испытаний при такой сертификации является действительное проведение изготовителем испытаний, требуемых согласно техническим условиям в отношении представительной выборки поставляемого материала и соответствие результатов этих испытаний требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данной классификации, имеющая одинаковый состав.

Сертификация не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. Основанием для сертификации соответствия техническим условиям является классификационное испытание "представительной выборки", определение которой дано выше, и "Программа изготовителя по обеспечению качества" стандарта ANSI/AWS A5.01.

Электроды, продаваемые в стандартном исполнении, также должны отвечать предъявляемым требованиям по размерам, обработке поверхности и маркировке, установленным данными ТУ.

A5. Вентиляция в процессе сварки

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов.

(1) Размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка).

(2) Число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в одном помещении.

(3) Скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при пайке материалов и технологий.

(4) Близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении.

(5) Вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка.

A5.2 В Американском национальном стандарте Z49.1 *"Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах"*, который опубликован Американским обществом сварщиков, обсуждаются вопросы вентиляции, которая требуется при выполнении сварочных работ. Для выяснения подробностей по этому вопросу следует обратиться к документу Z9.1. Особое внимание следует уделить разделу, озаглавленному "Охрана здоровья и вентиляция".

A6. Операционные характеристики

A6.1 Выбор классификации электрода, размера и сварочного тока зависит от типа и толщины свариваемого материала. Способность вольфрамовых электродов проводить ток зависит от множества факторов, в дополнение к их классификации и размеру, включая сюда род и полярность тока, используемый защитный газ, тип используемого оборудования (с воздушным или водяным охлаждением), длину электрода вне держателя (муфты или трубки, удерживающих электрод), а также позиции при сварке. Электрод определенного размера будет иметь наилучшую проводимость на постоянном токе с отрицательной полярностью электрода (прямая полярность), меньшую проводимость на переменном токе и еще меньшую на постоянном токе при положительной полярности электрода (обратная полярность). В таблице A1 перечислены некоторые типичные значения тока, которые могут использоваться с аргоном в качестве защитного газа. Однако другие факторы, упомянутые выше, должны тщательно учитываться при выборе электрода для конкретных задач.

ТАБЛИЦА А1
ТИПИЧНЫЕ ДИАПАЗОНЫ ЗНАЧЕНИЙ ТОКА ДЛЯ ВОЛЬФРАМОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ^а

Диаметр электрода		Амперы					
		ПТЭО (DCSP)	ПТЭП (DCRP)	Переменный ток Несимметричная волна		Переменный ток Симметричная волна	
		EWX-X	EWX-X	EWP	EWX-X	EWP	EWX-X
дюйм	мм						
0.010	0.30	до15	na ^b	до15	до15	до15	до 15
0.020	0.50	5-20	na	10-20	5-20	5-15	5-20
0.040	1.00	15-80	na	20-60	15-80	10-30	20-60
0.060	1.60	70-150	10-20	50-100	70-150	30-80	60-120
0.093	2.40	150-250	15-30	100-160	140-235	60-130	100-180
0.125	3.20	250-400	25-40	150-200	225-325	100-180	160-250
0.156	4.00	400-500	40-55	200-275	300-100	160-240	200-320
0.187	4.80	500-750	55-80	250-350	400-500	190-300	290-390
0.250	6.40	750-1000	80-125	325-450	500-630	250-400	340-525

ПРИМЕЧАНИЯ

- а. Все значения предполагают использование аргона. Другие значения тока могут использоваться в зависимости от типа защитного газа, типа используемого оборудования и предназначения.
- б. na = не применимо

A6.2 Вольфрам имеет электрическую проводимость около 30% от меди и теплопроводность около 44% от меди. Следовательно, при прохождении тока через вольфрамовый электрод будет происходить большее нагревание. При сварке вольфрамовым электродом, его единственной горячей частью должен быть дуговой конец; остальная часть электрода должна оставаться максимально холодной.

A6.3 Одним из методов сохранения электрода от перегрева является уменьшение длины части электрода, выступающей из держателя. Если эта часть будет слишком длинной, то даже при сравнительно небольшом токе электрод может перегреться и расплавиться на конце дуги. И наоборот, при слабом токе дуга будет блуждающей и нестабильной.

A6.4 Многие классификации электродов содержат эмиссионные присадки оксидов. Эти добавки понижают температуру эмиссии электронов ниже температуры плавления вольфрама. Такой электрод работает при более низких температурах или при более высоких значениях тока, как это показано в таблице А1. Преимущества от использования таких добавок заключаются в облегченном старте, особенно при использовании наложения токов высокой частоты, более стабильной работе и уменьшении расхода электрода. Эти преимущества упомянуты в описаниях, приведенных для различных электродов, содержащих оксидные присадки.

A6.5 Все вольфрамовые электроды могут использоваться схожим образом. Однако электроды каждой конкретной классификации имеют определенные преимущества по отношению к остальным классификациям. В следующей секции обсуждаются конкретные классификации электродов с точки зрения их характеристик и эксплуатационной пригодности.

A7. Описание и предполагаемое использование электродов

A7.1 Классификация электродов EWP (Зеленые). EWP электроды являются беспримесными вольфрамовыми электродами (99,5% вольфрама минимум). Проводимость их меньше, чем у остальных электродов. Они обеспечивают хорошую стабильность при использовании на переменном токе как при симметричной волне, так и при непрерывной высокочастотной стабилизации. Они могут также использоваться и на постоянном токе, а также с защитным газом, состоящим из аргона или гелия или их смеси. Такие электроды обеспечивают чистый шарообразный конец, что предпочтительно при сварке алюминия и магния. Эти электроды обладают достаточно хорошей стойкостью к загрязнению металла сварного шва, хотя оксидосодержащие электроды превосходят их в этом отношении. EWP электроды в основном используются в некритических приложениях, за исключением сварки алюминия или магния. Обладающие более низкой стоимостью, электроды EWP могут использоваться в менее критических приложениях, в которых допускается некоторое загрязнение сварных швов вольфрамом.

A7.2 Классификация электродов EWCe-2 (Оранжевые). Электроды EWCe-2 – это вольфрамовые электроды, содержащие около 2% оксида церия, называемого церия. Электроды EWCe-2 были впервые представлены на рынке США в 1987 г. Можно приобрести и другие марки данных электродов, включая электроды, содержащие 1% CeO, однако только одна марка, EWCe-2, была включена в данные ТУ, как имеющая коммерческое значение.

Преимущества вольфрамовых электродов содержащих церия, по сравнению с чисто вольфрамовыми, включают в себя повышенную

легкость при старте, улучшенную стабильность дуги и уменьшенную скорость испарения или выгорания. В отличие от тория, церия не является радиоактивным материалом. Эти преимущества возрастают с увеличением количества церия. Данные электроды успешно работают и на постоянном, и на переменном токах при любой полярности.

A7.3 Классификация электродов EWLa-X. Электроды EWLa-X – это вольфрамовые электроды, содержащие оксид лантана, называемый лантана. Преимущества эксплуатационных характеристик этих электродов близки к аналогичным у электродов EWSe-2. В отличие от тория, лантана не является радиоактивным материалом.

A7.3.1 Классификация электродов EWLa-1 (Черные). Электроды EWLa-1 – это вольфрамовые электроды, содержащие 0,8–1,2% по массе (вес – %) оксида лантана (называемого лантана). Преимущества эксплуатационных характеристик данного типа электродов близки к аналогичным у электродов EWSe-2.

A7.3.2 Классификация электродов EWLa-1.5 (Золотые). EWLa-1.5 обозначают вольфрамовые электроды, содержащие 1,3–1,7 (вес – %) дисперсного оксида лантана (La_2O_3) для улучшенного старта и стабильности дуги, уменьшения скорости эрозии рабочего конца и увеличения диапазона рабочего тока. Такие электроды могут использоваться в качестве нерадиоактивных заменителей вольфрамовых электродов с 2% содержанием тория, поскольку их эксплуатационные характеристики очень похожи. Вольфрамовые электроды с оксидом лантана могут использоваться как при ПТЭО, так и на переменном токе.

A7.3.3 Классификация электродов EWLa-2 (Синие). Классификация EWLa-2 обозначает вольфрамовые электроды, содержащие 1,8–2,2 (вес – %) дисперсного оксида лантана (La_2O_3). Электроды EWLa-2 содержат наибольшее количество оксида из всех электродов, классифицированных AWS с одной присадкой, что позволяет добиться наилучшего запуска и стабильности дуги, уменьшения эрозии рабочего конца и увеличения рабочего диапазона сварочных токов. Вольфрамовые электроды с оксидом лантана могут использоваться как при ПТЭО, так и на переменном токе.

A7.4 Классификация электродов EWTh-X. Электроды EWTh-X – это вольфрамовые электроды, содержащие оксид тория, называемый тория. Тория во всех классификациях отвечает за увеличение срока службы электродов по сравнению с электродами EWP, за счет более высокой эмиссии электронов, более высокой стабильности дуги и улучшенного старта. В общем случае, они имеют больший срок службы и большую сопротивляемость к загрязнению металла сварного шва вольфрамом.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Торий является слаборадиоактивным материалом. Однако при проведении сварки в ограниченном пространстве в течение долгого времени или если пыль, образующаяся при шлифовке электродов, может попасть внутрь организма, то следует принять особые меры предосторожности относительно вентиляции. Покупатель должен получить консультацию у специалистов по технике безопасности.

Следующие рекомендации были разработаны Международным институтом сварки (IIW) Комиссией VIII по здоровью и технике безопасности:

РЕКОМЕНДАЦИИ КОМИССИИ VIII ПО ПРОБЛЕМАМ ЗДОРОВЬЯ КАСАТЕЛЬНО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРИЙСОДЕРЖАЩИХ ВОЛЬФРАМОВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Оксид тория содержится в торийсодержащих вольфрамовых электродах в количествах до 4,2% (электрод ISO 6848-WT 40). Торий является радиоактивным элементом и поэтому может служить источником опасности при наружном и внутреннем радиационном воздействии. При технической возможности использования альтернативных классификаций их следует использовать.

Несколько исследований, проведенных над торийсодержащими электродами, показывают, что при том типе радиации, который они продуцируют, внешняя радиационная опасность – при сварке, хранении или уборке отходов – является незначительной при нормальных условиях использования.

С другой стороны, при шлифовке наконечников электродов образуется радиоактивная пыль, которая представляет опасность при внутреннем радиационном воздействии. Следовательно, необходимо использовать локальную вытяжную вентиляцию для контроля за распространением пыли, в дополнение к этому, при необходимости следует использовать респираторное защитное оборудование. Риск внутреннего радиационного воздействия при сварке является незначительным, поскольку расход электрода является очень медленным.

Меры предосторожности должны быть предприняты для контроля за риском радиационного воздействия при очистке шлифовального оборудования.

Вышеприведенные рекомендации основаны на продолжительном исследовании доступных отчетов. Комиссия VIII продолжит исследования по данному вопросу.

A7.4.1 Классификация электродов EWTh-1 (Желтые). Эти электроды предназначены для использования на постоянном токе. Оксид тория равномерно распределен по всему объему электрода. Они хорошо поддерживают острую форму наконечника, что полезно при сварке стали. Они могут использоваться и на переменном токе, однако поддержание скругленного конца, необходимое для сварки цветных металлов, становится затруднительным.

A7.4.2 Классификация электродов EWTh-2 (Красные). Более высокое содержание тория в электродах EWTh-2 вызывает улучшение эксплуатационных характеристик по сравнению с электродами с более низким содержанием тория – EWTh-1.

A7.4.3 При сварке на переменном токе скругление конца может быть достигнуто кратковременной и аккуратной сваркой на постоянном токе и положительном электроде. При сварке на переменном токе скругленный конец не плавится, и поэтому эмиссия электронов не такая хорошая, как у расплавленного скругленного конца электродов EWP.

A7.5 Классификация электродов EWZr-1 (Коричневые). Вольфрамовые электроды EWZr-1 содержат оксид циркония, называемого циркония. Данные электроды предназначены для использования при необходимости минимизации попадания вольфрама в металл сварного шва. Эти электроды подходят для использования на переменном токе, поскольку сохраняют скругленную форму конца и незначительно загрязняют металл шва.

A7.6 Классификация электродов EWG (Серые). Вольфрамовые электроды EWG – это электроды, содержащие неопределенные присадки. Причиной добавления присадок является желание производителя добиться определенных характеристик дуги. В любом случае, даже если тип добавки и не определен, производитель обязан указывать конкретную добавленную присадку и ее количество.

A8. Общие рекомендации

Следование этим рекомендациям позволяет добиться высокого качества сварки и экономии при проведении любых работ.

A8.1 Следует выбирать подходящий вид и силу тока для конкретного размера электрода. Слишком большой ток вызовет усиленное расплавление, разбрызгивание или испарение электрода. Слишком низкое значение силы тока может привести к недостаточному прогреву наконечника электрода что, в свою очередь, ведет к нестабильности дуги или даже к невозможности поддерживать ее.

A8.2 Электрод должен быть правильно заострен отбивкой или шлифованием в соответствии с методикой, предложенной поставщиком. Неправильная отбивка может привести к образованию зазубренного конца или изгибу электрода, что ведет к плохому формированию дуги и перегреву электрода.

A8.3 С электродами следует обращаться осторожно и, по возможности, поддерживать их в чистом состоянии. Для достижения максимальной чистоты электроды должны храниться в своей оригинальной упаковке до момента использования.

A8.4 Поток защитного газа должен сохраняться до остывания электрода. Если электрод правильно охлаждается, то его конец будет светлым и гладким. При неправильном охлаждении конец может окислиться и покрыться пленкой, которая, если ее не удалить, может оказывать отрицательное воздействие на качество сварных швов. Все соединения, газовые и водяные, должны быть надежными. Окисленные, изменившие цвет или иначе загрязненные электроды приведут к ухудшению запуска дуги или даже к невозможности сварки, в зависимости от типа используемого старта.

A8.5 Выступающая часть электрода в пределах газовой защитной среды, должна быть сведена к минимуму, зависящему от условий применения и оборудования. Это гарантирует защиту электрода газом даже при малых скоростях газового потока.

A8.6 Всё оборудование и, в частности, сопло для подачи защитного газа должно быть чистым и свободным от следов сварного металла. Грязные сопла ведут к ухудшению газовой защиты. Это ведет к возникновению неправильной картины газового потока и блужданию дуги, в результате чего ухудшается качество сварки. Кроме того, это ведет к увеличению расхода электрода.

ТАБЛИЦА A2
АНАЛОГИЧНЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ В СТАНДАРТЕ
ISO 6848

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)		Кодификация ISO	
EWP	(зеленые)	WP	(зеленые)
EWCe-2	(оранжевые)	WC 20	(серые)
EWLa-1	(черные)	WL 10	(черные)
EWLa-1.5	(золотые)		
EWLa-2	(синие)		
EWTh-1	(желтые)	WT 10	(желтые)
EWTh-2	(красные)	WT 20	(red)
EWZr-1	(коричневые)	WZ 3	(коричневые)
EWG	(серые)		

A9. Отмененные классификации

Классификация EWTh-3 была отменена в редакции ANSI/AWS A5.12-92 данных ТУ, как не имеющая коммерческого значения. Для получения информации об этой классификации следует обращаться к редакции ANSI/AWS A5.12-80.

A10. Международные классификации

Международный стандарт ISO 6848 классифицирует многие марки электродов из данных ТУ. Их составы практически идентичны, хотя предельные значения в отдельных случаях могут незначительно отличаться. Обозначения классификации соответствующих марок показаны в Таблице A2. В Таблице 2 указаны стандартные метрические размеры и длины, которые соотносятся с длинами в стандарте ISO. В Таблице 3 указаны классификации, имеющие одинаковую цветовую маркировку.

A11. Общие положения техники безопасности

A11.1 Защита от ожогов. В процессе сварки, резки и других аналогичных процессов образуется расплавленный металл, искры, шлаки и горячие рабочие поверхности. Они могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующие меры предосторожности. Рабочие должны надевать защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Необходимо носить высокие ботинки или кожаные гамашы и огнеупорные перчатки. Брюки следует носить поверх голенищ сапог. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При проведении сварки в верхней позиции или в ограниченном пространстве, необходимо использовать бируши для ушей для предотвращения попадания брызг металла в ушные каналы. Для защиты глаз следует использовать очки или аналогичные приспособления. Одежда не должна иметь пятен смазки или масла. В карманах не должно находиться горючих материалов. При попадании горючих материалов на одежду, ее следует сменить на чистую огнеупорную одежду перед началом

работы с открытой дугой или пламенем. Следует использовать фартуки, пелерины, гамашы и плечевые накладки с лямками, предназначенные для сварочных работ.

При проведении сварки или резки толстого металла следует использовать защитные металлические экраны. Следует рассмотреть способы механизации опасных процессов и работ. Персонал, находящийся в рабочей зоне должен быть защищен огнеупорными экранами или другими защитными приспособлениями, описанными выше. Перед уходом с рабочего места следует пометить все детали, подвергающиеся термообработке, для предупреждения других лиц об опасности.

Не допускаются попытки ремонта или отсоединения электрического оборудования, находящегося под напряжением. Отсоединение под нагрузкой вызывает искрение контактов, что может вызвать ожог и/или поражение током. *(Примечание: Ожог может быть вызван касанием горячего оборудования, такого, как держатели электродов, наконечники и патрубки. Следовательно, следует одевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.)*

Для получения более подробной информации о персональной защите используйте следующие материалы:

(a) ANSI/ASC Z41.1, *Безопасная обувь*, American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036.

(b) ANSI/ASC Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*. American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

(c) ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*, American National Standard Institute, 11 West 42nd Street, 13th Floor, New York, NY 10036.

(d) Профессиональная безопасность и здравоохранение. *Свод федеральных законов*, Заглавие 29 Труд, Глава XVII, Часть 1910, OSHA General Industry Standards. Available from the U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

A11.2 Опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу. Тем не менее, этого можно избежать. Не следует прикасаться к открытым частям электрооборудования. Должны быть прочитаны и приняты к сведению инструкции производителя и рекомендации по безопасности. Неправильная установка или заземление, использование или содержание и техническое обслуживание электрооборудования являются источниками опасности.

Все электрооборудование и заготовки должны быть заземлены. Подводящий провод обрабатываемого изделия не является заземлением. Он служит только для замыкания сварочной цепи. Для заземления обрабатываемого изделия требуется отдельное соединение.

Должен использоваться кабель соответствующего размера, так как длительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и возможному удару током или опасности возгорания. Все электрические соединения должны быть плотными, чистыми и сухими. Плохие соединения могут перегреваться и даже плавиться. Кроме того, они могут стать причиной опасного искрения и дуговых разрядов.

Нельзя допускать скапливание воды, смазки или загрязнений на штепсельных вилках, гнездах или

электрических соединениях. Влага может послужить проводником для электричества.

Во избежание поражения током рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве или стоять на сухой изолированной платформе. Кабели и соединения должны быть в хорошем состоянии. Неправильные или изношенные электрические соединения могут создать условия для возникновения короткого замыкания или привести к поражению током. Изношенный, поврежденный или неизолированный кабель использоваться не должен. Напряжения холостого хода следует избегать. Оно может складываться в случаях, когда несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько машин с переменным током. Суммарное напряжение увеличивает степень повреждения в случае поражения током.

В случае поражения током электричество должно быть **отключено**. Если необходимо прибегнуть к удалению пострадавшего от действующего источника тока, должны использоваться изоляционные материалы. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию, как только будет устранен контакт с источником напряжения. Следует вызвать врача и продолжать реанимационные мероприятия до восстановления дыхания или прибытия врача. Электрические ожоги обрабатывают так же, как и термические, т.е. накладывают чистый холодный (ледяной) компресс. Следует избегать заражения; их следует закрыть чистой сухой повязкой; затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Общепринятые стандарты по технике безопасности такие, как ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах* и Национальный электрический стандарт NFPA № 70, доступные в Национальной Ассоциации Пожарной Защиты, 1 Bat-tery-march Park, Quincy, MA 02269, должны быть соблюдены.

A11.3 Дым и Газы. Многие сварочные процессы, резка и аналогичные процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым – это твердые частицы, выделяемые сварочными присадочными металлами и флюсами, основным металлом и любыми покрытиями на основном металле. Газы образуются в процессе проведения сварки или воздействия излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав дыма зависят от состава присадочного металла и металла основы, сварочного процесса, флюса, уровня тока, длины дуги и других факторов.

При чрезмерном воздействии возможны раздражения глаз кожи и дыхательной системы и более серьезные последствия. Они могут возникнуть как немедленно, так и по прошествии определенного времени. Симптомами воздействия дыма могут быть тошнота, головные боли, головокружения и отравления парами металлов. Существует вероятность более серьезных последствий для здоровья при использовании особо токсичных материалов. В ограниченных пространствах защитные газы и дым могут вытеснить воздух необходимый для дыхания, и привести к удушью. Голова человека должна всегда находиться вне зоны выделения газов. Пользуйтесь достаточной вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.

В некоторых случаях естественный ток воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в процессе сварки, можно получить в следующих источниках:

(a) Допустимые пределы воздействия согласно OSHA (*Профессиональная безопасность и здравоохранение. Свод федеральных законов*) содержатся в своде федеральных законов, заглавие 29, глава XVII, Часть 1910. Общие промышленные стандарты OSHA имеются в наличии у начальника управления документации правительственной типографии США, Washington, DC 20402.

(b) Рекомендуемые предельно допустимые значения для дыма и газов можно найти в стандарте «Предельно допустимые значения концентрации химических веществ и физических агентов в рабочем пространстве», опубликованном Американской конференцией правительственных промышленных санитарных врачей промышленности (AC-GIH), Kemper Woods Center, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240.

(c) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке, находятся в отчете «Испарения и газы при сварке», имеющемся в Американском обществе сварщиков.

A11.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы являются источником излучения, опасным для здоровья. Следует ознакомиться с воздействием такой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (как рентгеновские лучи), или неионизирующей (как ультрафиолетовые, инфракрасные лучи или видимый свет). Излучение может иметь различные последствия, такие как ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности, при чрезмерном воздействии.

A11.4.1 Ионизирующее излучение.

Ионизирующее излучение имеет место при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в пределах ограничений, предъявляемых при приемке, путем использования подходящего экранирования сварочной зоны.

A11.4.2 Неионизирующее излучение.

Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависят от многих факторов, например, процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и какого либо покрытия, в том числе листового, на основном металле. Некоторые процессы, такие как контактная сварка и холодная сварка давлением, обычно сопровождаются выделением пренебрежимо малых количеств лучистой энергии. Тем не менее, большинство процессов дуговой сварки и резки (за исключением дуги под флюсом, при правильном применении), сварки лазерным лучом и горелкой, резки, пайки твердым или мягким припоем может сопровождаться выделением таких количеств лучистой энергии, которые требуют принятия мер предосторожности. Защита от возможного вредного воздействия неионизирующей лучистой энергии, выделяемой при сварке, подразумевает следующие меры:

(a) Допускается смотреть на сварочные дуги только через фильтровальные пластины для сварки, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы*

защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности, опубликовано Американским национальным институтом стандартов. Следует отметить, что прозрачные сварочные экраны предназначены не для использования в качестве сварочных фильтровальных пластин, а для защиты прохожих от случайного облучения.

(b) Участки кожи, подверженные воздействию, должны быть защищены специальной одеждой и перчатками, согласно требованиям ANSI/ASC Z49.1, *Требования по технике безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликованным Американским обществом сварщиков.

(c) Следует избегать отражения сварочной дуги, и весь персонал следует защитить от интенсивного отражения. (*Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне.*)

(d) С целью избежать облучения случайных прохожих во время сварочных работ следует применять экраны, занавеси или производить эти работы на достаточном удалении от пролетов цеха, пешеходных дорожек и т. д.

(e) Установлено, что защитные очки с боковыми щитками обеспечивают хорошую защиту от ультрафиолетового излучения сварочной дуги.

A11.4.3 К источникам, содержащим информацию об ионизирующем излучении, относятся следующие:

(a) ANSI/AWS F2.1-78, *Рекомендуемые меры безопасности при сварке и резке электронным лучом*, имеющемся в Американском обществе сварщиков.

(b) Информационная литература изготовителей изделий.

A11.4.4 К источникам, содержащим информацию об неионизирующем излучении, относятся следующие:

(a) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z136.1, *Безопасное использование лазеров*, New York, NY: Американский национальный институт стандартов.

(b) ----- ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. New York, NY: Американский национальный институт стандартов.

(c) ----- ANSI/ASC Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*: Американское общество сварщиков.

(d) Hinrichs, J. F. Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет. *Журнал по сварке*, Январь 1978.

(e) Moss C. E. «Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные экраны». *Журнал по сварке*, март, 1979.

(f) Moss C. E. и Murray W. E. «Уровни оптического излучения, выделяющегося при газовой сварке, пайке с нагревом пламенем и кислородной резке». *Журнал по сварке*, сентябрь, 1979.

(g) Marshall, W. J., Sliney, D. H., и другие «Интенсивности оптического излучения, образующегося при резке воздушно-угольной дугой», *Журнал по сварке*, Март 1980.

(h) Национальная служба технической информации. Специальное исследование по вопросам защиты от неионизирующего излучения №. 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, генерируемого электрической дугой при сварке и резке*. Springfield, VA: National Technical Information Service. ADA-033768.

(i) Национальная служба технической информации. Специальное исследование по вопросам защиты от неионизирующего излучения №. 42-0312-77,
Оценка потенциальной опасности повреждения

сетчатки глаза от видимого излучения, генерируемого электрической дугой при сварке и резке. Springfield, VA: National Technical Information Service. ADA-043023.

ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.13



(Идентичны техническим условиям AWS A5.13-2000. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов для наплавки поверхности при дуговой сварке покрытым электродом. Сплошные электроды и прутки без покрытия, классифицированные ранее в ANSI/AWS A5.13-80, в настоящее время сняты с производства или подвергнуты повторной классификации в стандарте AWS A5.21:2001, *Технические условия на голые электроды и прутки для наплавки поверхности* (см. Секцию A8 в Приложении).

1.2 Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в Приложениях разделов A5 и A9. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) ANSI Z49.1, «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах», а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Нормативно-справочные документы

2.1 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты AWS¹:

(a) AWS A5.01, *Металлы присадочные.*

Руководство по поставке.

(b) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах.*

2.2 В обязательном разделе данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ASTM²:

(a) ASTM A 36/A 36M, *Технические условия на конструкционную сталь.*

(b) ASTM A 285/A 285M, *Технические условия на толстолистовую сталь для сосудов давления, углеродистую сталь, низкой и средней прочности на разрыв.*

¹Стандарты AWS можно получить в Американском обществе сварщиков по адресу: American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

²Стандарты ASTM можно получить в Американском обществе по испытанию материалов по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

(c) ASTM B 214, *Методика ситового анализа гранулированного металлического порошка.*

(d) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

(e) ASTM DS-56/SAE HS-1086, *Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения.*

3. Классификация

3.1 Электроды для наплавки поверхности (кроме электродов из карбида вольфрама), охватываемые данными техническими условиями, классифицированы в соответствии с химическим составом неразбавленного металла сварного шва, как указано в Табл. 1, 2 и 3.

3.2 Электроды для наплавки поверхности из карбида вольфрама классифицируются на основании размера и химического состава зерна карбида вольфрама (см. Табл. 4 и 5).

3.3 Электроды, классифицированные по одной классификации в данных технических условиях, не могут классифицироваться по какой-либо другой классификации.

4. Приемка

Приемка³ электродов должна осуществляться в соответствии с положениями AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*

5. Сертификация

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.⁴

³ См. Секцию A3, «Приемка» (в Приложении А) относительно дополнительной информации о приемке и испытаниях поставляемых материалов и AWS A5.01 «Металлы присадочные. Руководство по поставке».

⁴ Смотрите Секцию A4, «Сертификация» (в Приложении А) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ НАПЛАВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ НА
ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА^a

Состав плавки, проценты по весу ^{b, c, d}													
Классификация AWS (Американское общество)	Приложение А Справ	Номер по UNS ^e	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	V	W	Ti	Nb(Cb)	Другие элементы, всего
EFe1	A7.1.1	W74001	0,04-0,20	0,5-2,0	1,0	0,5-3,5	—	1,5	—	—	—	—	Ост.
EFe2	A7.1.1	W74002	0,10-0,30	0,5-2,0	1,0	1,8-3,8	1,0	1,0	0,35	—	—	—	Ост.
EFe3	A7.1.2	W74003	0,50-0,80	0,5-1,5	1,0	4,0-8,0	—	1,0	—	—	—	—	Ост.
EFe4	A7.1.3	W74004	1,0-2,0	0,5-2,0	1,0	3,0-5,0	—	—	—	—	—	—	Ост.
EFe5	A7.1.4	W75110	0,30-0,80	1,5-2,5	0,90	1,5-3,0	—	—	—	—	—	—	Ост.
EFe6	A7.1.5	W77510	0,6-1,0	0,4-1,0	1,0	3,0-5,0	—	7,0-9,5	0,5-1,5	0,5-1,5	—	—	Ост.
EFe7	A7.1.6	W77610	1,5-3,0	0,5-2,0	1,5	4,0-8,0	—	1,0	—	—	—	—	Ост.
EFeMn-A	A7.1.7	W79110	0,5-1,0	12-16	1,3	—	2,5-5,0	—	—	—	—	—	Ост.
EFeMn-B	A7.1.7	W79310	0,5-1,0	12-16	1,3	—	—	0,5-1,5	—	—	—	—	Ост.
EFeMn-C	A7.1.7	W79210	0,5-1,0	12-16	1,3	2,5-5,0	2,5-5,0	—	—	—	—	—	Ост.
EFeMn-D	A7.1.7	W79410	0,5-1,0	15-20	1,3	4,5-7,5	—	—	0,4-1,2	—	—	—	Ост.
EFeMn-E	A7.1.7	W79510	0,5-1,0	15-20	1,3	3,0-6,0	1,0	—	—	—	—	—	Ост.
EFeMn-F	A7.1.7	W79610	0,8-1,2	17-21	1,3	3,0-6,0	1,0	—	—	—	—	—	Ост.
EFeMnCr	A7.1.8	W79710	0,25-0,75	12-18	1,3	13-17	0,5-2,0	2,0	1,0	—	—	—	Ост.
EFeCr-A1A	A7.1.9	W74011	3,5-4,5	4,0-6,0	0,5-2,0	20-25	—	0,5	—	—	—	—	Ост.
EFeCr-A2	A7.1.10	W74012	2,5-3,5	0,5-1,5	0,5-1,5	7,5-9,0	—	—	—	—	1,2-1,8	—	Ост.
EFeCr-A3	A7.1.11	W74013	2,5-4,5	0,5-2,0	1,0-2,5	14-20	—	1,5	—	—	—	—	Ост.
EFeCr-A4	A7.1.9	W74014	3,5-4,5	1,5-3,5	1,5	23-29	—	1,0-3,0	—	—	—	—	Ост.
EFeCr-A5	A7.1.12	W74015	1,5-2,5	0,5-1,5	2,0	24-32	4,0	4,0	—	—	—	—	Ост.
EFeCr-A6	A7.1.13	W74016	2,5-3,5	0,5-1,5	1,0-2,5	24-30	—	0,5-2,0	—	—	—	—	Ост.
EFeCr-A7	A7.1.13	W74017	3,5-5,0	0,5-1,5	0,5-2,5	23-30	—	2,0-4,5	—	—	—	—	Ост.
EFeCr-A8	A7.1.14	W74018	2,5-4,5	0,5-1,5	1,5	30-40	—	2,0	—	—	—	—	Ост.
EFeCr-E1	A7.1.15	W74211	5,0-6,5	2,0-3,0	0,8-1,5	12-16	—	—	—	—	4,0-7,0	—	Ост.
E FeCr-E2	A7.1.15	W74212	4,0-6,0	0,5-1,5	1,5	14-20	—	5,0-7,0	1,5	—	—	—	Ост.
E FeCr-E3	A7.1.15	W74213	5,0-7,0	0,5-2,0	0,5-2,0	18-28	—	5,0-7,0	—	3,0-5,0	—	—	Ост.
E FeCr-E4	A7.1.15	W74214	4,0-6,0	0,5-1,5	1,0	20-30	—	5,0-7,0	0,5-1,5	2,0	—	4,0-7,0	Ост.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- А5.21:2001, *Технические условия на голые электроды и прутки для наплавки поверхности* (см. Секцию A8 в Приложении A).
- Приведенные в таблице единственные значения соответствуют максимальным. Ост. = Остаток
- Электроды и присадочные прутки должны анализироваться на содержание элементов, указанных в таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значение, указанное в последнем столбце данной таблицы – «Другие элементы, всего».
- Содержание серы или фосфора не должно превышать 0,035 %.
- Унифицированная система числового обозначения ASTM/SAE для металлов и сплавов.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ НАПЛАВКИ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ
И КОБАЛЬТА

Классификация AWS (Американское общество сварщиков)	Приложение А Справ.	Номер по UNS ^d	Состав плавки, проценты по весу ^{a, b, c}											Другие элементы, всего
			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Co	B	V	
ECoCr-A	A7.2.1	W73006	0,7-1,4	2,0	2,0	25-32	3,0	1,0	5,0	3,0-6,0	Ост.	—	—	1,0
ECoCr-B	A7.2.2	W73012	1,0-1,7	2,0	2,0	25-32	3,0	1,0	5,0	7,0-9,5	Ост.	—	—	1,0
ECoCr-C	A7.2.3	W73001	1,7-3,0	2,0	2,0	25-33	3,0	1,0	5,0	11-14	Ост.	—	—	1,0
ECoCr-E	A7.2.4	W73021	0,15-0,40	1,5	2,0	24-29	2,0-4,0	4,5-6,5	5,0	0,50	Ост.	—	—	1,0
ENiCr- C	A7.3.1	W89606	0,5-1,0	—	3,5-5,5	12-18	Ост.	—	3,5-5,5	—	1,0	2,5-4,5	—	1,0
ENiCrMo-5A	A7.3.2	W80002	0,12	1,0	1,0	14-18	Ост. ^e	14-18	4,0-7,0	3,0-5,0	—	—	0,40	1,0
ENiCrFeCo	A7.3.3	W83002	2,2-3,0	1,0	0,6-1,5	25-30	10-33	7,0-10,0	20-25	2,0-4,0	10-15	—	—	1,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Единственные значения являются максимальными. Ост. = Остаток
- b. Наплавленный металл должен анализироваться на наличие элементов, значения содержания которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значение, указанное в последнем столбце данной таблицы «Другие элементы, всего».
- c. Содержание серы или фосфора не должно превышать 0,03%.
- d. Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- e. Включает незначительную добавку кобальта.

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ НАПЛАВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ НА
ОСНОВЕ МЕДИ

Классификация AWS (Американское общество сварщиков)	Приложение А Справ.	Номер по UNS ^c	Состав плавки, проценты по весу ^{a, b}											Другие элементы, всего
			Cu	Mn	P	Si	Fe	Al	Zn	Ni ^d	Pb	Sn	Ti	
ECuAl-A2 ^f	A7.4.1.1	W60617	Ост.	g	—	1,5	0,5-5,0	8,5-11,0	g	g	0,02	g	—	0,50
ECuAl-B ^f	A7.4.1.2	W60619	Ост.	g	—	1,5	2,5-5,0	11-12	g	g	0,02	g	—	0,50
ECuAl-C	A7.4.1.2	W60625	Ост.	—	—	1,0	3,0-5,0	12-13	0,02	—	0,02	—	—	0,50
ECuAl-D	A7.4.1.3	W61625	Ост.	—	—	1,0	3,0-5,0	13-14	0,02	—	0,02	—	—	0,50
ECuAl-E	A7.4.1.3	W62625	Ост.	—	—	1,0	3,0-5,0	14-15	0,02	—	0,02	—	—	0,50
ECuSi ^f	A7.4.1.4	W60656	Ост.	1,5	g	2,4/4,0	0,50	0,01	g	g	0,02	1,5	—	0,50
ECuSn-A ^f	A7.4.1.5	W60518	Ост.	g	0,05-0,35	g	0,25	0,01	g	g	0,02	4,0-6,0	—	0,50
ECuSn-C ^f	A7.4.1.5	W60521	Ост.	g	0,05-0,35	g	0,25	0,01	g	g	0,02	7,0-9,0	—	0,50
ECuNi ^{e, f}	A7.4.1.6	W60715	Ост.	1,0-2,5	0,02	0,50	0,40-0,75	—	g	29-33	0,02	g	0,50	0,50
ECuNiAl ^f	A7.4.1.7	W60632	Ост.	0,5-3,5	—	1,5	3,0-6,0	8,5-9,5	g	4,0-6,0	0,02	g	—	0,50
ECuMnNiAl ^f	A7.4.1.8	W60633	Ост.	11-14	—	1,5	2,0-4,0	7,0-8,5	g	1,5-3,0	0,02	g	—	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Представленные единичные значения являются максимальными Ост. = Остаток.
- Наплавленный металл следует проанализировать на наличие отдельных элементов, содержание которых обозначено в данной таблице буквой «g». При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значение, указанное в последнем столбце данной таблицы «Другие элементы, всего».
- Единая система нумерации Унифицированная система числового обозначения ASTM/SAE для металлов и сплавов.
- Включает кобальт.
- Содержание серы не более 0,015%.
- Данная классификация AWS соответствует приведенной в стандарте AWS A5.6, *Технические условия на покрытые электроды из меди и медных сплавов*. Поскольку стандарт неоднократно пересматривался, диапазоны содержания элементов в обоих документах могут различаться между собой.
- Эти элементы должны быть включены в графу «Другие элементы, всего».

ТАБЛИЦА 4
РАЗМЕР И КОЛИЧЕСТВО ЗЕРЕН КАРБИДА
ВОЛЬФРАМА (WC) В СЕРДЦЕВИНЕ ТРУБЧАТОГО
ЭЛЕКТРОДА ИЗ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА

Классификация по AWS ^{a, b}	Номер сита для зерен карбида вольфрама ^c	Количество зерен карбида вольфрама (WC1 + WC2) в % по массе
EWСХ-12/30	от 12-до 30	60
EWСХ-20/30	от 20-до 30	60
EWСХ-30/40	от 30-до 40	60
EWСХ-40	от 40	60
EWСХ-40/120	от 40-до 120	60

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. «Символом «Х» обозначен тип зерен карбида вольфрама; Х = 1 для WC1, Х = 2 для WC2, Х = 3 для смешанного типа WC1 и WC2.
- б. Эти классы по классификации AWS были перенесены в AWS A5.21:2001 без изменений для твердых голых электродов и прутков и с префиксом "ERC" для трубчатых электродов и прутков с сердцевинной из флюса или целлюлозно-металлических.
- с. Размер ячеек сита для зерен карбида вольфрама может отличаться от вышеуказанных значений, при условии, что остаток на пропускающем сите не превышает 5%, а количество зерен, прошедших сквозь задерживающее сито, не превышает 20%.

Эквиваленты системы СИ	
Номер сита по стандарту США	Размер ячейки сита, мм
12	1,70
20	0,85
30	0,60
40	0,43
120	0,13

ТАБЛИЦА 5
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРЕН КАРБИДА
ВОЛЬФРАМА (WC)

Элемент	Состав, в % по массе ^a		
	WC1	WC2	WC3
C	3,6-4,2	6,0-6,2	
Si	0,3	0,3	
Ni	0,3	0,3	По соглашению между Покупателем и поставщиком
Mo	0,6	0,6	
Co	0,3	0,3	
W	Не менее 94,0	Не менее 91,5	
Fe	1,0	0,5	
Th	0,01	0,01	

ПРИМЕЧАНИЕ:

- а. Единственные значения являются максимальными, если не указано другое.

6. Единицы измерения и правила округления

6.1 Приведенные в таблице U.S. единицы измерения являются стандартными для данных Технических условий. Единицы СИ приведены как эквивалентные принятым в США обычным единицам. Стандартные величины и размеры в двух системах единиц не являются идентичными, поэтому стандартный размер в единицах одной системы после преобразования не всегда совпадает со стандартным размером в другой системе. Тем не менее, такие преобразования можно выполнять, если в каждом случае применять соответствующие допуски.

6.2 Для определения соответствия данным техническим условиям наблюдаемое или подсчитанное значение должно быть округлено до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, описанным в Руководстве ASTM E 29 «Практика использования значащих цифр для определения соответствия результатов испытаний техническим условиям».

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

7.1 Для электродов, применяемых при наплавке поверхности (кроме электродов из карбида вольфрама) и охватываемых данными техническими условиями, необходимым для классификации испытанием является только анализ химического состава неразбавленного металла сварного шва (см. Табл. 1, 2 и 3).

7.2 Перечень обязательных испытаний для электродов из карбида вольфрама включает:

7.2.1 Определение количества, размера и распределения зерен карбида вольфрама (см. Табл. 4). Ситовой анализ должен проводиться в соответствии с рекомендациями ASTM B 214, *Методика ситового анализа гранулированного металлического порошка*.

7.2.2 Определение химического состава зерен карбида вольфрама (см. Табл. 5).

8. Повторное испытание

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, испытания повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Материалы, образцы или пробы для повторных испытаний следует отбирать из первоначального или из одного или двух новых опытных узлов или сборок. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке опытного сварного узла, или опытных образцов или при

проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено, или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не действует.

9. Опытный сварной узел

9.1 Опытный сварной узел необходим только в качестве образца для химического анализа. Образец для испытаний можно подготовить любым способом, позволяющим получить неразбавленный наплавленный металл. В спорных случаях наплавленный слой, показанный на Рис.9.2, используется как арбитражный образец.

9.2 Измерения законченной поверхности должны проводиться, как показано на Рис. 1, для каждого размера электрода. Испытание узла должно проводиться согласно Секции 10, «Химический анализ».

9.2.1 Сварка должна проводиться в горизонтальной позиции в условиях, определяемых изготовителем.

9.2.2 Для удобства последующего отбора образцов может применяться послесварочная термическая обработка.

9.3 Основной металл должен соответствовать требованиям одних из нижеследующих технических условий или их эквивалентов:

9.3.1 ASTM A 285/A 285M Марка A (UNS K01700).

9.3.2 ASTM A 36/A 36M (UNS K02600).

10. Химический анализ

10.1. Для всех типов электродов кроме покрытых электродов из карбида вольфрама

10.1.1 Электроды для наплавки поверхности при дуговой сварке металлическим покрытым электродом подвергаются анализу в виде неразбавленного наплавленного металла. Образец должен быть взят из наплавки или слитка металла.

10.1.2 Верхний слой наплавленной поверхности, рассмотренной в Секции 9 и показанной на Рис.1, удаляется и отбраковывается, а образец для анализа отбирается из нижележащего металла подходящими механическими средствами. Проба не должна содержать шлака.

В случае электродов диаметром не более $\frac{3}{32}$ дюйма (2,4 мм) минимальный размер отбираемого образца составляет $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм) от ближайшей поверхности основного металла.

Для электродов диаметром $\frac{1}{8}$ – $\frac{3}{16}$ дюйма (3,2 – 4,8 мм) минимальный размер отбираемого образца составит $\frac{5}{8}$ дюйма (16 мм) от ближайшей поверхности основного металла.

В случае электродов диаметром свыше $\frac{3}{16}$ дюйма (4,8 мм) этот размер составит не менее $\frac{3}{4}$ дюйма (19 мм).

10.1.3 Образец может быть извлечен из слитка неразбавленного металла любым подходящим способом.

10.1.4 Образец подвергается анализу любым

принятым на практике методом по соглашению между изготовителем и покупателем. Арбитражным методом считается метод, предписанный для определяемого элемента стандартами Американского общества по испытанию материалов (ASTM).

10.1.5 Результаты анализа должны отвечать требованиям Таблицы 1, 2 или 3 для классификации испытываемых электродов.

10.2 Электроды из карбида вольфрама

10.2.1 Химический состав зерен карбида вольфрама должен удовлетворять требованиям, указанным в Табл. 5. Химический анализ может проводиться любым подходящим методом, согласованным между изготовителем и покупателем.

10.2.2 Анализируемые зерна карбида вольфрама не должны содержать поверхностных загрязнений.

10.2.3 Процентное содержание (по массе) карбида вольфрама, согласно указаниям Табл. 4, определяют следующим образом:

(a) Запишите массу сварочного электрода из карбида вольфрама после удаления покрытия (если есть).

(b) Извлеките карбид вольфрама из трубки и очистите образец посредством промывки водой и, по мере необходимости, обработки его раствором соляной кислоты в пропорции 1-1, с тем, чтобы удалить остатки флюса, железного порошка, графита и пр. При необходимости можно нагреть соляную кислоту. Обработка образца из карбида вольфрама горячим или холодным раствором соляной кислоты в пропорции 1-1 должна продолжаться не менее часа. При работе с любой кислотой необходимо соблюдать соответствующие меры безопасности.

(c) Высушите образец путем выдержки в печи при температуре $250^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{F}$ [$120^{\circ} \pm 15^{\circ}\text{C}$].

(d) Взвесьте очищенный и высушенный образец из карбида вольфрама. Рассчитайте содержание карбида вольфрама в процентах от исходной массы трубки по следующей формуле:

содержание зерен карбида вольфрама в % =

$$\frac{\text{масса очищенных сухих зерен карбида вольфрама}}{\text{масса электрода после снятия покрытия}} \times 100$$

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

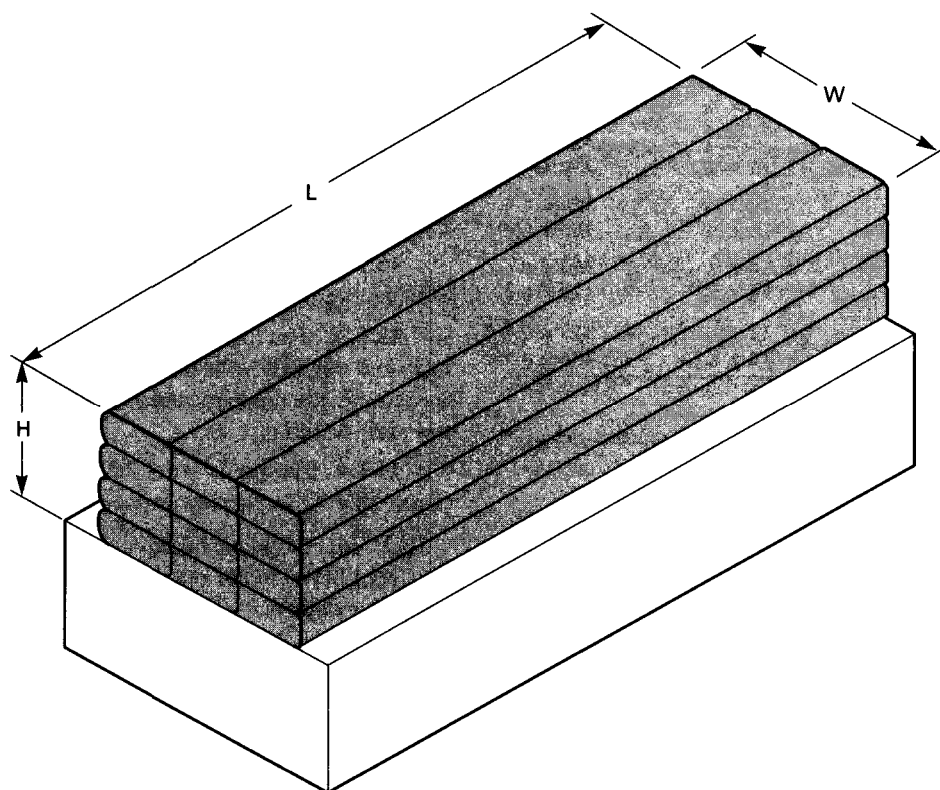
11. Метод изготовления

Электроды, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение материалов, отвечающих требованиям данных технических условий. В случае электродов из карбида вольфрама может использоваться любая защитная оболочка из углеродистой стали (обычно С1008), которая не приводит к изменению основы.

12. Стандартные размеры и длины

12.1 Стандартные размеры (диаметр электродной проволоки) и длины электродов указаны в Таблицах 6, 7 и 8.

РИС. 1 ПОВЕРХНОСТЬ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА



Размер электродов дюйм	Размер наплавленного слоя дюйм, не менее
$\frac{5}{64}$ (0,078)	$L = 1 \frac{1}{2}$
$\frac{3}{32}$ (0,094)	$W = \frac{1}{2}$
	$H = \frac{1}{2}$
$\frac{1}{8}$ (0,125)	$L = 2$
$\frac{5}{32}$ (0,156)	$W = \frac{1}{2}$
$\frac{3}{16}$ (0,187)	$H = \frac{5}{8}$
$\frac{7}{32}$ (0,219)	$L = 2 \frac{1}{2}$
$\frac{1}{4}$ (0,250)	$W = \frac{1}{2}$
$\frac{5}{16}$ (0,312)	$H = \frac{3}{4}$

Эквиваленты системы СИ	
дюйм	мм
$\frac{5}{64}$	2,0
$\frac{3}{32}$	2,4
$\frac{1}{8}$	3,2
$\frac{5}{32}$	4,0
$\frac{3}{16}$	4,8
$\frac{7}{32}$	5,6
$\frac{1}{4}$	6,4
$\frac{5}{16}$	8,0
$\frac{1}{2}$	13
$\frac{5}{8}$	16
$\frac{3}{4}$	19
$1 \frac{1}{2}$	38
2	50
$2 \frac{1}{2}$	64

ТАБЛИЦА 6
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ
ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ ЦЕЛЬНОТЯНУТОЙ
ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ^а

Диаметр сплошной цельнотянутой электродной проволоки ^б		Стандартные длины	
дюйм	мм	дюйм	мм
$\frac{5}{64}$ (0,078)	2,0	$9 \pm \frac{1}{4}$	$230 \pm 6,4$
		$9 \pm \frac{1}{4}$	$230 \pm 6,4$
$\frac{3}{32}$ (0,094)	2,4	$12 \pm \frac{1}{4}$	$300 \pm 6,4$
$\frac{1}{8}$ (0,125)	3,2	$14 \pm \frac{1}{4}$	$350 \pm 6,4$
$\frac{5}{32}$ (0,156)	4,0	$14 \pm \frac{1}{4}$	$350 \pm 6,4$
		$14 \pm \frac{1}{4}$	$350 \pm 6,4$
$\frac{3}{16}$ (0,187)	4,8	$18 \pm \frac{1}{4}$	$450 \pm 6,4$
		$14 \pm \frac{1}{4}$	$350 \pm 6,4$
$\frac{1}{4}$ (0,250))	6,4	$18 \pm \frac{1}{4}$	$450 \pm 6,4$
		$14 \pm \frac{1}{4}$	$350 \pm 6,4$
$\frac{5}{16}$ (0,312)	8,0	$18 \pm \frac{1}{4}$	$450 \pm 6,4$

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Электроды других размеров и длины могут поставляться по соглашению между изготовителем и покупателем.
 б. Допуск отклонения диаметра электродной проволоки должен быть 0,003 дюйма ($\pm 0,08$ мм).

12.2 Диаметр цельнотянутой электродной проволоки не должен отличаться более чем на $\pm 0,003$ дюйма ($\pm 0,08$ мм) от заданного диаметра. Отклонение длины от заданного значения не должно превышать $\pm \frac{1}{4}$ дюйма ($\pm 6,4$ мм).

12.3 Диаметр составной или литой электродной проволоки (за исключение проволоки из карбида вольфрама) не должен отличаться более чем примерно на $\pm 0,02$ дюйма ($\pm 0,5$ мм) от заданного. Отклонение длины от заданного значения не должно превышать $\pm \frac{3}{8}$ дюйма ($\pm 9,6$ мм).

12.4 Диаметр электродной проволоки из карбида вольфрама не должен отличаться более чем на $\pm 0,04$ дюйма ($\pm 1,0$ мм) от номинального диаметра. Отклонение длины от заданного значения не должно превышать $\pm \frac{3}{8}$ дюйма ($\pm 9,6$ мм).

13. Электродная проволока и покрытие

Электродная проволока и покрытие не должны иметь дефектов, которые могли бы повлиять на равномерность напыления электрода.

14. Непокрытая часть электродной проволоки

14.1 Зажимной конец электрода должен быть очищен от покрытия на расстоянии не менее $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм) и не более $1\frac{1}{2}$ дюйма (38 мм), с тем, чтобы обеспечить электрический контакт с электрододержателем.

14.2 Дуговой конец каждого электрода должен быть оголен и покрытие сужено в достаточной степени для упрощения зажигания дуги. Длина оголенного участка (измеренная от конца электродной проволоки до участка, где достигнуто полное поперечное сечение покрытия) не должна превышать меньшее из значений: $\frac{1}{8}$ дюйма (3,2 мм) или диаметр электродной проволоки. Электроды со сколотым покрытием в области дугового конца, обнажающим больший по длине

участок электродной проволоки, нежели предписано, считаются приемлемыми только при условии, что стружка снята, по крайней мере, с 50% окружности проволоки.

14.3 Для электродов с электропроводящими покрытиями или дуговыми концами допускается несоответствие требованиям п. 14.2, при условии что они обеспечивают быстрое возбуждение дуги без зачистки.

15. Маркировка электрода

15.1 Все электроды, за исключением электродов с покрытием, нанесенным методом погружения, маркируются следующим образом:

15.1.1 Хотя бы один разборчивый отпечаток с указанием классификации электрода должен быть нанесен на покрытие электрода в пределах $2\frac{1}{2}$ дюйма (64 мм) от зажимного конца электрода.

15.1.2 Цифры и буквы отпечатка должны быть выполнены прямым жирным шрифтом такого размера, чтобы обозначение легко читалось.

15.1.3 Используемая краска должна обеспечивать достаточную контрастность по отношению к поверхности покрытия электрода, чтобы цифры и буквы оставались разборчивыми до и после обычных сварочных операций.

15.1.4 Префикс «Е» в электродной классификации может быть опущен в надпечатке.

15.2 Обозначение электродов с покрытием, нанесенным методом погружения, должно быть таким, как оговорено между поставщиком и покупателем. Нанесение надпечатки обязательным не является.

16. Упаковка

16.1 Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

16.2 Масса стандартной упаковки должна быть согласована между покупателем и поставщиком.

17. Маркировка упаковки

17.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчиво нанесена маркировка, содержащая, как минимум, следующие сведения об изделии:

- (a) Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить)
- (b) Название и торговый знак фирмы-изготовителя
- (c) Размер и масса нетто
- (d) Номер партии, контроля или плавки

17.2 Соответствующие сведения по технике безопасности⁵ приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте,⁶ должны быть разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая индивидуальную упаковку в составе большой.

⁵ Типичные примеры «предупредительных этикеток» показаны на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых плавящихся электродов общего и специального назначения, используемых в определенных процессах сварки.

⁶ Стандарт AWS Z49.1 можно получить в Американском обществе сварщиков по адресу: American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ ПОКРЫТЫХ ЛИТЫХ И СОСТАВНЫХ ТРУБЧАТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ^а

Номинальный диаметр сплошной электродной проволоки ^б		Стандартные длины			
		Литые электроды		Составные трубчатые электроды	
		дюйм	мм	дюйм	мм
$7/8$ (0,125)	3,2	от 9 до $14 \pm 3/8$	От 230 до 350 $\pm 9,6$	От 9 до $14 \pm 3/8$	230 до $350 \pm 9,6$
$5/32$ (0,156)	4,0	от 9 до $14 \pm 3/8$	От 230 до 350 $\pm 9,6$	От 9 до $14 \pm 3/8$	230 до $350 \pm 9,6$
$3/16$ (0,187)	4,8	от 9 до $14 \pm 3/8$	От 230 до 350 $\pm 9,6$	От 9 до $14 \pm 3/8$	230 до $350 \pm 9,6$
$1/4$ (0,250)	6,4	от 12 до $14 \pm 3/8$	От 230 до 350 $\pm 9,6$	$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
$1/4$ (0,250)	6,4	от 12 до $14 \pm 3/8$	От 300 до $350 \pm 9,6$	$14 \pm 3/8$	$450 \pm 9,6$
$5/16$ (0,312)	8,0	от 12 до $14 \pm 3/8$	От 300 до 350 $\pm 9,6$	$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
$5/16$ (0,312)	8,0	от 12 до $14 \pm 3/8$	От 300 до 350 $\pm 9,6$	$18 \pm 3/8$	$450 \pm 9,6$

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Электроды других диаметров и длин могут поставляться по соглашению между изготовителем и покупателем.
 б. Допуск отклонения диаметра электродной проволоки должен составлять 0,02 дюйма ($\pm 0,5$ мм) от номинального.

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ИЗ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА (WC)

Номинальный диаметр электродной проволоки ^а		Стандартные длины	
		дюйм	мм
$3/32$ (0,094)	2,4	$9 \pm 3/8$	$225 \pm 9,6$
		$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
		$9 \pm 3/8$	$225 \pm 9,6$
$1/8$ (0,125)	3,2	$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
		$9 \pm 3/8$	$225 \pm 9,6$
		$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
$5/32$ (0,156)	4,0	$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
		$9 \pm 3/8$	$225 \pm 9,6$
		$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
$3/16$ (0,187)	4,8	$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
		$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
		$18 \pm 3/8$	$450 \pm 9,6$
$1/4$ (0,250)	6,4	$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
		$14 \pm 3/8$	$350 \pm 9,6$
		$18 \pm 3/8$	$450 \pm 9,6$
$5/16$ (0,312)	8,0	$18 \pm 3/8$	$450 \pm 9,6$

ПРИМЕЧАНИЕ:

- а. Отклонение диаметра от номинального значения не должно превышать $\pm 0,04$ дюйма ($\pm 1,0$ мм).

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS на электроды для наплавки поверхности при дуговой сварке металлическим покрытым электродом

(Данное Приложение не является частью документа AWS A5.13-2000, *Электроды для наплавки поверхности при дуговой сварке покрытым металлическим электродом. Технические условия*, а включено в него только для информации.)

A1. Введение

Настоящее Руководство было подготовлено как пособие для возможных пользователей электродов, охватываемых этими техническими условиями, при определении наиболее подходящей классификации для конкретного применения с учетом требований, связанных с этим применением.

A2. Система классификации

A2.1 Используемая в данных технических условиях система классификации электродов соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для присадочных металлов. Буква "Е" в начале каждого классификационного обозначения означает "электрод". Буквенные символы после "Е" являются обозначениями основных химических элементов классификации. Так, CoCr обозначает хромокобальтовый, а CuAl – медноалюминиевый сплав и т.д. При включении в базисную группу более одного класса электродов отдельные классы в составе группы обозначаются буквами А, В, С и пр., например, ECuSn-A. Дальнейшее разделение на подклассы выполняется с помощью цифр 1, 2 и т.п., выставляемых после последнего буквенного символа, например, 2 в ECuAl-A2. Дополнительная буква или цифра вносится в обозначение конкретного материала, если требования к его химическому составу отличаются от приведенных в более ранних версиях для электродов того же класса.

A2.2 Для сравнения обозначений классов покрытых электродов, принятых в ANSI/AWS A5.13-80 и в данном документе, см. Табл. А1; некоторые классы были изменены, некоторые вышли из употребления.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, «*Металлы присадочные. Руководство по поставке*», как оговорено в данном документе. Любые испытания материала, доставленного в соответствии с данными техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны

**ТАБЛИЦА А1.
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ ЭЛЕКТРОДОВ -
А5.13-80 И А5.13:2000**

Классификация А5.13-80	Классификация ^а А5.13:2000
EFe5-A	Отменена
EFe5-B	Аналогична EFe6
EFe5-C	Отменена
EFeMn-A	Аналогична EFeMn-A
EFeMn-B	Аналогична EFeMn-B
EFeCr-A1	Аналогична EFeCr-A1A
ECoCr-A	ECoCr-A
ECoCr-B	ECoCr-B
ECoCr-C	ECoCr-C
ECuSi	ECuSi
ECuAl-A2	Аналогична ECuAl-A2
ECuAl-B	Аналогична ECuAl-B
ECuAl-C	Аналогична ECuAl-C
ECuAl-D	Аналогична ECuAl-D
ECuAl-E	Аналогична ECuAl-E
ECuSn-A	ECuSn-A
ECuSn-C	ECuSn-C
ENiCr-A	Отменена
ENiCr-B	Отменена
ENiCr-C	ENiCr-C

ПРИМЕЧАНИЕ:

а. Новые классификационные обозначения голых электродов и прутков для наплавления поверхности приведены в AWS A5.21:2001.

быть четко указаны в заказе на покупку, в соответствии с положениями AWS A5.01. При отсутствии такой заявки в заказе, поставщик может отгружать материал с проведением испытаний, обычно проводимых для данной классификации, как оговорено в спецификации F, Таблица 1, стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с любым другим перечнем в указанной таблице должны особо оговариваться в заказе на покупку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет соответствовать указанным требованиям.

A4. Сертификация

Маркировка технических требований Американского общества сварщиков (AWS) и обозначение класса изделия на упаковке или маркировка класса на самом изделии означает свидетельство поставщика (производителя) о том, что изделие отвечает всем требованиям технических условий.

Единственным безоговорочным требованием данного свидетельства является то, что производитель произвел испытания, требуемые техническими условиями, на представительной выборке поставляемого материала, и этот материал отвечает требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция, относящаяся к данному классу и имеющая одинаковый состав. Понятие «сертификация» не подлежит толкованию в том смысле, что какие-либо испытания были проведены именно на образцах из отгруженного материала. Испытания не обязательно проводить на конкретном материале поставки. Основанием для сертификации, требуемой по данным техническим условиям, служат результаты классификационных испытаний вышеуказанной «представительной выборки» и положения принятой изготовителем «Системы обеспечения качества» согласно AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

(a) Размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка).

(b) Число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в одном помещении.

(c) Скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при пайке материалов и технологий.

(d) Близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении.

(a) Вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка.

A5.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1, «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах», опубликованный Американским обществом сварщиков, подробно рассматривает вопросы вентиляции в процессе сварки и должен использоваться как справочный материал для получения конкретных сведений. Особое внимание следует уделить разделу, озаглавленному «Вентиляция в ограниченном пространстве».

A6. Сварочные процессы

A6.1 Роль водорода в процессе наплавления поверхности. Водород может разрушать наплавленные покрытия. Его воздействие различается в зависимости от типа сплава. В общем случае вредное воздействие водорода на микроструктуру наиболее явно выражено у мартенситных сплавов, в то время как аустенитные сплавы менее всех подвержены этому воздействию. К прочим факторам, определяющим воздействие водорода, относятся содержание углерода и легирующих элементов, а также штатные переменные сварки.

При сварке загрязнение водородом происходит из многих источников. Один из самых важных - влага, образующаяся на покрытии. Большинство электродов изготавливаются и упаковываются так, чтобы предотвратить увлажнение. При получении покупателю следует уделять должное внимание правильному хранению для предотвращения поглощения влаги. Неправильное выполнение процедуры сварки и отсутствие контроля переменных сварки могут привести к скалыванию или образованию «индуцируемых водородом» (подшовных) трещин.

A6.2 Низкая стоимость, широкое разнообразие и универсальность оборудования делают ручную дуговую сварку металлическим покрытием электродом очень популярной. Обычно основной единицей оборудования, необходимой при сварке,

является сварочный аппарат, который представляет собой устройство преобразования энергии. К этому виду оборудования относятся сварочные преобразователи типа мотор-генератор, трансформатор, трансформаторно-выпрямительное устройство или дизельный двигатель в сочетании с генератором. Питание дуги осуществляется постоянным или переменным током. Присадочный металл используется в виде покрытых электродов. (Дуговая сварка голым электродом – довольно редкое явление в настоящее время, хотя она и применима для аустенитных марганцовистых сталей.) Сварку можно выполнять практически в любом месте для широкого диапазона изделий, от очень малых размеров до больших. В некоторых случаях она является единственным допустимым методом соединения; а во многих других (особенно там, где непрерывные методы не дают значительных преимуществ) ее применение обоснованно с экономической точки зрения.

Наблюдение и контроль над процессом сварки осуществляет сварщик, который может при необходимости устранять отклонения от нормы и регулировать условия. Также предпочтительно, чтобы сварщик мог оценить и контролировать другие аспекты, такие как поддержание низкого уровня напряжения дуги для минимизации трещинообразования; поддержание короткой дуги и предотвращение избыточного уплотнения в целях минимизации потерь дорогостоящих легирующих элементов в присадочном металле; минимизация растворения основным металлом; и ограничение поглощения водорода. Этот процесс широко используется при нанесении упрочняющих покрытий, наплавлении промежуточного металла на свариваемые кромки, наращивании шва и плакировании.

Наплавление поверхности углеродистых, высоко- и низколегированных сталей, а также многих цветных металлов может выполняться дуговой сваркой металлическим покрытием электродом. Толщина основного металла колеблется от 1/4-18 дюймов (6-450 мм) и выше. К металлам, используемым в покрытиях, относятся низко- и высоколегированные стали, нержавеющая сталь, а также никелевые, кобальтовые и медные сплавы.

Условия, необходимые для наплавления поверхности, в основном не отличаются от условий выполнения сварного соединения. Дуга и сварочная ванна защищены шлаками или газами или их сочетанием, вырабатываемым электродом. На характеристики наплавленного металла значительное влияние оказывает тип покрытия электрода. Наплавление поверхности выполняется на деталях различных размеров, от малых до больших.

В Табл. A2 показано влияние различных переменных дуговой сварки металлическим покрытием электродом на три наиболее важные характеристики наплавления покрытия: степень разбавления, скорость наплавления и толщину наплавленного слоя.

В Таблице показаны лишь общие тенденции, и она не охватывает вопросы свариваемости и бездефектности шва. Эти факторы могут сделать изменение только одной указанной переменной неэффективным; что, в свою очередь, означает невозможность получения желаемой степени разбавления, скорости наплавления и толщины наплавленного слоя. Например, результатом выполнения заданной процедуры сварки с малым диаметром электрода может быть значительное разбавление металла. В Таблице утверждается, что выбор электрода с большим диаметром снизит степень разбавления. Это верно, но лишь при условии, что величина тока, скорость перемещения сварки, позиция и пр. постоянны.

ТАБЛИЦА А2
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ДУГОВОЙ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ НА ТРИ
НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПЛАВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Переменная	Изменение переменной ^а	Влияние изменения		
		Степень разбавления	Скорость наплавления	Толщина наплавленного
Полярность	Переменный ток	Средняя	Средняя	Средняя
	ПТЭП	Высокая	Низкая	Малая
Величина тока (в амперах)	ПТЭО	Низкая	Высокая	Большая
	Высокая	Высокая	Высокая	Большая
Метод	Низкая	Низкая	Низкая	Малая
	Узкий валик	Высокая	Не влияет	Большая
Зазор между валиками	Уширенный валик	Низкая	Не влияет	Малая
	Узкий	Низкая	Не влияет	Большая
Диаметр электрода	Широкий	Высокая	Не влияет	Малая
	Маленький	Высокая	Высокая	Большая
Длина дуги	Большой	Низкая	Низкая	Малая
	Длинная дуга	Низкая	Не влияет	Малая
Скорость прохода сварки	Короткая дуга	Высокая	Не влияет	Большая
	Высокая	Высокая	Не влияет	Малая
	Низкая	Низкая	Не влияет	Большая

ПРИМЕЧАНИЕ:

- а. Данные Таблицы действительны при одновременном изменении только одной переменной. На практике для достижения приемлемых условий наплавления поверхности изменение одной переменной может потребовать изменения значения другой переменной или переменных.

Во многих случаях для достижения приемлемого качества сварного шва при увеличенном диаметре электрода необходимо увеличить ток. В результате степень разбавления металла останется неизменной или даже возрастет при выборе электрода большего диаметра.

Обычно процесс достигает скорости наплавления в 1-4 фунта (0,5-2 кг) в час при степени разбавления от 30-50%.

А7. Описание и предполагаемое использование электродов для наплавки поверхности

А7.1 Электроды на основе железа

А7.1.1 Электроды классов EFe1 и EFe2

А7.1.1.1 Характеристики. Наплавки, выполняемые электродами этого класса, относятся к марке инструментальных сталей и применимы к углеродистым и легированным сталям. При соблюдении мер предосторожности они получаются без трещин. Наплавки поддаются механической обработке твердосплавным режущим инструментом. Твердость наплавленного слоя составляет 25 – 50 по Роквеллу; применение электродов класса EFe2 обеспечивает большую твердость наплавленного металла. Эти наплавки содержат достаточное количество сплава, чтобы обеспечить полную прочность без необходимости термической обработки. По сопротивлению истиранию они сравнимы с термообработанной сталью одинаковой с ней твердости.

А7.1.1.2 Применение. Эти электроды применяются при восстановлении изношенных частей оборудования до их исходных размеров. Наплавление поверхности применяется для восстановления поверхностей качения и скольжения металла по металлу, например, для крупных низкоскоростных шестеренок, валов и т.д. Высокая прочность на сжатие позволяет применять эти материалы в качестве основы для более износостойких материалов.

А7.1.2 Электроды класса EFe3

А7.1.2.1 Характеристики. Металл, наплаваемый этими электродами, представляет собой самозакаливающуюся инструментальную сталь с высокой твердостью при комнатной температуре (55 – 60 по Роквеллу). При тщательном выполнении процедуры сварки они получаются без трещин. Эти наплавки не подлежат механической обработке и шлифуются при необходимости чистовой обработки.

А7.1.2.2 Применение. Электроды EFe3 используются для наплавления поверхностей и кромок, там, где необходимо получить твердые наплавки без трещин, например, на режущих кромках инструментов и штампов. Наплаваемый металл совместим со многими инструментальными сталями. Хотя обычно этот металл используется для контактов металл – металл, EFe3 также применяется в случае контакта с землей, где наблюдается высокая степень истирания и ударное воздействие.

А7.1.3 Электроды класса EFe4

А7.1.3.1 Характеристики. Эти электроды выпускаются с графитовым (черным) покрытием и применимы для нанесения на чугун. Хотя наплавленный металл относительно хрупок, тщательный контроль процедуры сварки приводит к получению наплавов без трещин. Наплавки можно подвергать механической обработке, при условии медленного охлаждения от температуры отжига.

А7.1.3.2 Применение. EFe4 используется для восстановления изношенных чугунных деталей оборудования, работающего в условиях контакта скольжения или качения металла по металлу. Хотя наплавки из металла класса EFe4 совместимы с углеродистыми и низколегированными сталями, для последних предпочтительно применять электроды EFe2.

A7.1.4 Электроды класса EFe5

A7.1.4.1 Характеристики. С помощью электродов EFe5 выполняются наплавки неплетистойкой инструментальной сталью. Твердость в состоянии после наплавки составляет 50 – 55 по Роквеллу. Наплавки из присадочного металла EFe5, являются самозакаливающимися и подвергаются механической обработке только после отжига.

A7.1.4.2 Применение. Обычно применяются для случаев, где требуется высокая прочность на сжатие с умеренным истиранием и износом в паре металл – металл, например, в деталях машин, валах и тормозных барабанах.

A7.1.5 Электроды класса EFe6

A7.1.5.1 Характеристики. Наплавки из присадочного металла EFe6, представляют собой быстрорежущую инструментальную сталь твердостью от 60 по Роквеллу и выше. Такие наплавки сохраняют высокую твердость при температурах до 1100°F (593°C). Наплавки из присадочного металла EFe6 являются самозакаливающимися и поддаются механической обработке только после отжига.

A7.1.5.2 Применение. Для изнашиваемых контактов металл – металл при температурах до 1100°F (593°C). Типичные случаи применения – при эксплуатации при высоких температурах и истирании металла о металл; это, например, ножи, обрезные и вырубные штампы.

A7.1.6 Электроды класса EFe7

A7.1.6.1 Характеристики. Электроды класса EFe7 являются, по существу, модификацией EFe3 с более высоким содержанием углерода. Сопроотивление истиранию наплавленного слоя повышают за счет некоторого уменьшения ударопрочности. Закалка наплавленного слоя происходит на воздухе, и двухслойная наплавка может иметь твердость от 60 по Роквеллу и выше. Трещины от снятия внутренних напряжений обычно пересекают наплавленный слой. Такие наплавки не подлежат механической обработке.

A7.1.6.2 Применение. Электроды класса EFe7 применяются для наплавки поверхности при необходимости обеспечения высокого сопротивления истиранию при свободном скольжении абразива. К примерам применения относятся цементные желоба, лопасти вентиляторов, отвалы бульдозеров, а также другие детали и оборудование для земляных и строительных работ. К совместимым с этими электродами основным металлам относятся углеродистая и легированная сталь, инструментальная сталь и нержавеющая сталь.

A7.1.7 Электроды класса EFeMn (от EFeMn-A до EFeMn-F)

A7.1.7.1 Характеристики. Наплавки сварного шва, выполняемые с применением электродов класса EFeMn, теоретически включают 14% марганца, хотя на практике его содержание может колебаться в пределах 12-21%. Это количество является достаточным для получения аустенитного наплавленного металла. Аустенитом называется немагнитная жесткая сталь. Для поддержания твердости следует избегать перегрева при сварке. Рекомендуется применять узкие валики и цикл сварки блоками. Добавления других элементов, например, 4% никеля, служат для стабилизации аустенита; хром, молибден и ванадий добавляются в отдельности или в сочетании 0,5-8% для повышения предела текучести. Сопроотивление истиранию несколько выше, чем у низкоуглеродистой стали, если только не обеспечена достаточная обработка для повышения твердости детали. Поверхности в

состоянии после наплавки обычно по твердости не превышают 20 по Роквеллу, но твердость можно повысить до 55. Поскольку наплавки с трудом поддаются механической обработке, в качестве чистовой обработки предпочтительно применять шлифование.

A7.1.7.2 Применение. Эти электроды применяются для восстановления, ремонта и соединения аустенитной марганцевистой стали Гадфилда. Способность амортизировать удар большой силы делает такие наплавки оптимальными для восстановления изношенных деталей камнедробильных установок и частей, подвергаемых ударным нагрузкам, например, крестовины стрелочного перевода.

A7.1.8 Электроды класса EFeMnCr

A7.1.8.1 Характеристики Электроды металла EFeMnCr имеют характеристики, аналогичные характеристикам наплавки из аустенитной марганцевистой стали. Высокое содержание хрома придает материалу свойства нержавеющей стали. Газопламенная резка для таких наплавки не применяется. Несмотря на необходимость тщательно контролировать процесс наплавки, чтобы избежать перегрева, эти наплавки более стабильны, чем выполненные электродами класса FeMn.

A7.1.8.2 Применение. Как и электроды класса FeMn, электроды EFeMnCr используются для восстановления, ремонта и соединения деталей оборудования из аустенитной марганцевистой стали Гадфилда. Электроды класса EFeMnCr также обладают тем преимуществом, что могут применяться как при соединении между собой деталей из аустенитной марганцевистой стали, так и при соединении деталей из аустенитной марганцевистой и углеродистой сталей. Нередко наплавки из EFeMnCr служат основой для наплавки покрытий из EFeCr types, если объект наплавки при эксплуатации подвергается как износу, так и ударным нагрузкам.

A7.1.9 Электроды классов EFeCr-A1A и EFeCr-A4

A7.1.9.1 Характеристики. Металл, наплавляемый электродами этого класса, содержит большое количество карбида хрома в аустенитной основе, за счет чего обеспечиваются высокая износостойчивость и прочность. Типичными дефектами являются поверхностные трещины, которые частично снимают напряжение. Эти наплавки не подлежат механической обработке и шлифуются при необходимости чистовой обработки. Для обеспечения требуемого химического состава рекомендуется наплавлять два слоя. Нанесение дополнительных слоев вызывает скалывание, поэтому необходимо соблюдать осторожность. Электроды данного класса применимы при наплавке углеродистых, легированных и аустенитных сталей, а также чугуна. Наплавки из присадочного металла класса EFeCr-A1A, обычно обеспечивают более высокую прочность на удар, но несколько меньшую прочность на износ, чем электродами EFeCr-A4.

A7.1.9.2 Применение. Такие наплавки часто применяются для деталей и оборудования, которое используется при перемещении и дроблении пород и руд, например, в ножах и зубах ковша эскалатора, отбойных молотках и конвейерах. Очень низкая величина коэффициента трения достигается в результате износа под действием песка.

A7.1.10 Электроды класса EFeCr-A2

A7.1.10.1 Характеристики. В аустенитной основе наплавленного металла этого класса содержится карбид титана. Единственным видом механической обработки в данном случае является

шлифование. Наравнение следует ограничить тремя слоями для минимизации образования трещин, снимающих напряжения.

A7.1.10.2 Применение. Наплавленный металл этого класса может применяться как на углеродистых, так и на аустенитных марганцовистых сталях в качестве основного металла. Такие наплавки часто используются в горном деле, строительстве, земляных работах и для карьерного оборудования, подвергаемого износу и умеренным ударным нагрузкам.

A7.1.11 Электроды класса EFeCr-A3

A7.1.11.1 Характеристики. Наплавки из присадочного металла класса EFeCr-A3, аналогичны наплавленному электродами EFeCr-A1A, за исключением того, что из-за низкого содержания марганца формируется мартенситная основа, и это придает наплавке некоторую хрупкость. Механической обработке эти наплавки не подлежат, но могут подвергаться шлифованию, если необходимо.

A7.1.11.2 Применение. Наплавленный металл этого класса представляет собой упрочняющий сплав общего назначения, применяемый для оборудования для земляных работ и в деталях, подвергающихся царапанию при малых напряжениях и низких ударных нагрузках.

A7.1.12 Электроды класса EFeCr-A5

A7.1.12.1 Характеристики. В аустенитной основе наплавленного металла этого класса содержится карбид хрома. Этот немагнитный наплавленный металл хорошо поддается механической обработке. Наравнение следует ограничить тремя слоями для минимизации образования трещин, снимающих напряжения.

A7.1.12.2 Применение. Наплавление поверхности электродами этого класса часто применяется для деталей, подвергаемых износу трением металла о металл или истиранию при низком напряжении с образованием задигов.

A7.1.13 Электроды классов EFeCr-A6 и EFeCr-A7

A7.1.13.1 Характеристики. Это модификация класса EFeCr-A5 с более высоким содержанием углерода. Наплавленный металл содержит гексагональные карбиды хрома в аустенитной карбидной основе и обладает твердостью 50 – 60 по Роквеллу. Такие наплавки вызывают образование трещин, снимающих напряжения. Добавление молибдена повышает сопротивление истиранию при тяжелых нагрузках. Наплавленный металл этого класса может применяться на углеродистых, легированных и аустенитных марганцовистых сталях.

A7.1.13.2 Применение. Наплавленный металл этого класса часто используется для деталей, подвергаемых абразивному износу в сочетании с умеренными ударными нагрузками.

A7.1.14 Электроды класса EFeCr-A8

A7.1.14.1 Характеристики. EFeCr-A8 представляет собой модификацию EFeCr-A3 с более высоким содержанием хрома. Наплавленный металл содержит гексагональные карбиды хрома в аустенитной основе и обладает твердостью C50-60 по Роквеллу. Повышенное содержание хрома вызывает снижение твердости при увеличении сопротивления истиранию. Возможно массовое образование трещин. Наплавленный металл этого класса может применяться на углеродистых, легированных и аустенитных марганцовистых сталях.

A7.1.14.2 часто используется для деталей, подвергаемых абразивному износу в сочетании с низким напряжением и минимальными ударными нагрузками.

A7.1.15 Электроды класса EFeCr-EX

A7.1.15.1 Характеристики. Это семейство электродов применяется для наплавления металла, содержащего высокодисперсный карбид хрома и один или несколько металлических карбидов [карбид ванадия, ниобия, вольфрама или титана]. Такие наплавки не подлежат механической обработке и сохраняют свою твердость и сопротивление истиранию при температуре до 1200°F (650°C). Такие наплавки часто вызывают образование трещин.

A7.1.15.2 Применение. Наплавки на детали оборудования, подвергаемого сильному абразивному износу при высоком напряжении в сочетании с умеренными ударными нагрузками, могут выполняться электродами одной из разновидностей этого класса. Выбор определенной марки материала осуществляется в соответствии с местными условиями эксплуатации и целевым назначением детали.

A7.2 Электроды на основе кобальта

A7.2.1 Электроды класса ECoCr-A

A7.2.1.1 Характеристики. Наплавки из присадочного металла класса ECoCr-A, характеризуются заэвтектической структурой, образованной сеткой из приблизительно 13% эвтектических карбидов хрома, распределенных в матрице, которая, в свою очередь, образована кобальтохромовольфрамомолибденовым твердым раствором. В результате получается материал, сочетающий в себе общее сопротивление истиранию при свободном скольжении абразива и прочность, достаточную для того, чтобы выдерживать определенную ударную нагрузку. Кобальтовые сплавы также обладают хорошим сопротивлением износу от трения металла о металл, особенно при повышенных нагрузках, которые увеличивают износ. Высоколегированное вещество матрицы также обуславливает высокую коррозионную стойкость, сопротивление окислению и сохранение прочности при высоких температурах до 1200°F (650°C). Эти сплавы не подвержены аллотропическому превращению и поэтому не теряют своих свойств при последующей термической обработке основного металла.

A7.2.1.2 Применение. Данный сплав рекомендуется применять в тех случаях, когда износ сопровождается повышенными температурами и/или коррозией. К типичным случаям применения относятся выпускные клапаны для жидкости или топлива, направляющие цепной пилы, горячие штампы, ножи, шнеки экструдера и т. д.

A7.2.2 Электроды класса ECoCr-B

A7.2.2.1 Характеристики. Наплавки из присадочного металла класса ECoCr-B, сходны по составу с наплавками класса ECoCr-A, но содержат немного больше карбида (примерно 16%). Этот сплав также обладает несколько большей твердостью в сочетании с более высоким сопротивлением истиранию и износу трением металла о металл. Стойкость к ударным нагрузкам и к коррозии немного ниже. Этот сплав поддается механической обработке твердосплавным резцом.

A7.2.2.2 Применение. Электроды класса ECoCr-B взаимозаменяют электроды ECoCr-A. Выбор того или иного класса зависит от конкретного случая применения.

A7.2.3 Электроды класса ECoCr-B

A7.2.3.1 Характеристики. Наплавки из этого сплава отличаются повышенным содержанием карбида (19%) по сравнению с выполненными электродами класса ECoCr-A или ECoCr-B. Для их химического состава характерно

присутствие в микроструктуре первичных заэвтектических карбидов.

Это обстоятельство придает сплаву повышенную износостойкость в сочетании со снижением стойкости к коррозии и ударным нагрузкам. Повышенная твердость также предполагает увеличение склонности к образованию трещин под напряжением при охлаждении. Склонность к растрескиванию можно свести к минимуму с помощью тщательного контроля за процессом предварительного нагревания, переходной температурой и процедурой последующего нагрева.

Наплавки из кобальтохромовых сплавов при повышенной температуре становятся мягче, при этом они считаются невосприимчивыми к отпуску.

A7.2.3.2 Применение. Наплавки из присадочного металла класса ECoCr-C, используется для наращивания роторов смесительных установок и узлов, которые подвергаются сильному абразивному износу и низким ударным нагрузкам.

A7.2.4 Электроды класса ECoCr-B

A7.2.4.1 Характеристики. Наплавки, выполненные электродами класса ECoCr-E, обладают высокой прочностью и пластичностью при температурах до 1600°F (871°C). Наплавки устойчивы к тепловому удару, воздействию окислительных и щелочных атмосфер. Раньше всего наплавки этого типа нашли применение в деталях реактивных двигателей, таких как лопатки турбин и лопастей винтов.

Наплавка представляет собой усиленный по твердому раствору сплав с относительно низкой (в % по массе) фазой карбида в микроструктуре. Таким образом, этот сплав обладает высокой прочностью и склонностью к наклепу. Для наплавки этого класса характерны высокое сопротивление истиранию и кавитационной эрозии.

A7.2.4.2 Применение. Наплавки из присадочного металла класса ECoCr-E, используются там, где важное значение имеет устойчивость к термическому удару. К типичным случаям применения, по аналогии с ECoCr-A, относятся направляющие валки, штампы для горячего прессования и горячейковки, ножницы для горячей резки, долото с длинными зубьями и механизм клапана.

A7.2.5 Обычными значениями твердости для многослойного металлического покрытия, наплавленного электродами из кобальтового сплава, являются:

ECoCr-A 23-47 по Роквеллу
ECoCr-B 34-47 по Роквеллу
ECoCr-C 43-58 по Роквеллу
ECoCr-E 20-32 по Роквеллу

Значения твердости для однослойных покрытий будут ниже из-за растворения основным металлом.

A7.3 Электроды на основе никеля

A7.3.1 Электроды класса ENiCr-C

A7.3.1.1 Характеристики. Неразбавленный наплавленный металл указанного химического состава имеет структуру, образованную карбидами и боридами хрома на основе с высоким содержанием никеля. Никелевая основа и высокое содержание хрома придают этим наплавкам хорошее термическое сопротивление и коррозионную стойкость. Следует проявлять осторожность при охлаждении упрочняющих покрытий, поскольку они имеют склонность к образованию трещин под напряжением. Данный сплав обладает высокой устойчивостью к истиранию при свободном скольжении абразива.

A7.3.1.2 Применение. Наплавленный металл класса ENiCr-C очень жидкотекуч, обладает

высоким сопротивлением абразивному износу и обычно легко поддается зеркальной полировке. К типичным случаям применения относятся лапы культиватора, плужные лемехи, шнек-прессы, втулки насоса, поршни и мешалки, упоры кабестана, стенки стекольных форм, фильтры центрифуги, насосные штанги и т.д. Наплавки обладают высокой коррозионной стойкостью и обычно требуют шлифования в качестве чистовой обработки. Однослойные наплавленные покрытия обычно обладают твердостью 35-45 по Роквеллу. Многослойные наплавленные покрытия обычно обладают твердостью 49-56 по Роквеллу.

A7.3.2 Электроды класса ENiCrMo-5A

A7.3.2.1 Характеристики. Наплавки из неразбавленного присадочного металла ENiCrMo-5A, представляют собой усиленный по твердому раствору сплав с относительно низкой (в % по массе) карбидной фазой, образованной в результате вторичного твердения. Покрытие обладает достаточной твердостью и склонностью к наклепу.

Такие наплавки сохраняют твердость при температурах до 1400°F (760°C). Наплавки поддаются механической обработке быстрорежущим инструментом и обладают высокой устойчивостью к износу при высоких температурах и ударным нагрузкам.

A7.3.2.2 Применение. Эти электроды применяются для восстановления и ремонта штампов для горячего прессования и горячейковки, калибровочных пуансонов, ножниц для горячей резки, направляющих валков, кромок клещей, колошниковых конусов и т.д.

A7.3.3 Электроды класса ENiCrFeCo

A7.3.3.1 Характеристики. Металл, наплавленный этими электродами, содержит довольно большую объемную долю заэвтектических карбидов хрома, распределенных по его микроструктуре. Этот сплав по многим эксплуатационным характеристикам схож с ECoCr-C и ENiCr-C, особенно в части абразивной износостойкости. Пониженное содержание никеля и/или кобальта приводит к снижению коррозионной стойкости и сопротивления истиранию. Большая объемная доля карбидов делает этот сплав чувствительным к образованию трещин при охлаждении.

A7.3.3.2 Применение. Наплавки из присадочного металла класса ENiCr-FeCo, предпочтительно применять в случаях, когда основным фактором воздействия является высокий абразивный износ (низкие ударные нагрузки). К типичным случаям применения относятся шнековые питатели, шламонасосы и детали смесительных аппаратов.

A7.4 Электроды из медных сплавов

A7.4.1 Введение. Электроды на основе медных сплавов, классифицированные в данных технических условиях, используются для наплавления покрытий и припусков на опорные, коррозионностойкие и износостойкие поверхности.

A7.4.1.1 Электроды класса ECuAl-A2 применяются для наплавления покрытий на опорные поверхности в диапазоне значений твердости по Бринеллю от 130 до 150, а также на коррозионностойкие поверхности.

A7.4.1.2 Электроды классов ECuAl-B и ECuAl-C применяются главным образом для наплавления покрытий на опорные поверхности в диапазоне значений твердости по Бринеллю от 140 до 220. Эти сплавы не рекомендуется применять в случаях, когда необходима высокая коррозионная устойчивость.

ТАБЛИЦА АЗ
ПРИБЛИЖЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТВЕРДОСТИ
НАПЛАВКИ (ДУГОВАЯ СВАРКА
МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Твердость по Бринеллю ^а	
	Нагрузка: 3000-кг	Нагрузка: 500-кг
ECuAl-A2	130-150	—
ECuAl-B	140-180	—
ECuAl-C	180-220	—
ECuAl-D	230-270	—
ECuAl-E	280-320	—
ECuSi	—	80-100
ECuSn-A	—	70-85
ECuSn-C	—	85-100
ECuNi	—	60-80
ECuNiAl	160-200	—
ECuMnNiAl	160-200	—

ПРИМЕЧАНИЕ:

а. В состоянии непосредственно после сварки.

A7.4.1.3 Электроды классов ECuAl-D и ECuAl-E применяются при наплавлении опорных и износостойких поверхностей в диапазоне значений твердости по Бринеллю 230-320, например, в приводах, кулачковых механизмах, шкивах, футеровочных плитах, штампах и т.д. Эти сплавы также используют для наплавления поверхностей штампов, предназначенных для формования или протяжки титановых, низкоуглеродистых и нержавеющей сплавов. Эти сплавы не рекомендуется применять в случаях, когда необходима высокая коррозионная устойчивость.

A7.4.1.4 Электроды класса ECuSi применяются главным образом для наплавления покрытий на коррозионностойкие поверхности. Меднокремниевые покрытия обычно не рекомендуются для применения в опорных конструкциях.

A7.4.1.5 Электроды на основе медно-оловянных сплавов (ECuSn) применяются главным образом для наплавления опорных поверхностей в случаях, где требуется пониженная твердость сплава, для наплавления коррозионноустойчивых поверхностей и, иногда, при необходимости высокой износостойчивости.

A7.4.1.6 Медноникелевые электроды (ECuNi) применяются для восстановления поверхности сплавов меди и никеля в пропорции 70/30, 80/20 и 90/10% или плакированных поверхностей медноникелевой плакированной стали. Обычно предварительный нагрев необязателен.

A7.4.1.7 Медноникелевоалюминиевые электроды (ECuNiAl) применяются при восстановлении отливок и поковок из никель-алюминиевой бронзы. Типичными случаями применения данного типа электродов являются те, в которых необходима высокая коррозионная, эрозийная и кавитационная стойкость в условиях морской или жесткой воды.

A7.4.1.8 Электроды класса ECuMnNiAl применяются при восстановлении отливок и поковок из никель-марганец-алюминиевой бронзы. Эти электроды обычно используются там, где требуется хорошая коррозионная, эрозийная и кавитационная стойкость.

A7.4.2 Применение

A7.4.2.1 Диапазон значений твердости. Характерные значения твердости см. в Табл. АЗ.

A7.4.2.2 Горячая твердость. Присадочные металлы из сплавов на основе меди не

рекомендуется применять при повышенных температурах. Их механические свойства, особенно твердость, имеют тенденцию к значительному уменьшению при увеличении температуры выше 400°F (205°C).

A7.4.2.3 Ударные нагрузки. В общем случае с увеличением содержания алюминия в присадочном металле ударопрочность заметно снижается. Наибольшим сопротивлением удару среди всех классов медных сплавов обладают наплавки из присадочных металлов ECuAl-A2. Наплавки из присадочного металла ECuSi имеют хорошие ударные свойства. Наплавки из присадочного металла ECuSn имеют низкую ударную вязкость.

A7.4.2.4 Стойкость к окислению. Наплавки из присадочных металлов семейства ECuAl образуют при воздействии атмосферы защитные оксидные покрытия. Присадочные металлы на основе медно-кремниевых сплавов проявляют высокое сопротивление окислению, в то время как у присадочных металлов на основе медно-оловянных сплавов оно сравнимо с аналогичной характеристикой чистой меди.

A7.4.2.5 Стойкость к коррозии. Некоторые присадочные металлы, представляющие собой сплавы на основе меди, используются весьма широко для наплавления поверхности в зонах, подвергающихся коррозии под действием разнообразных кислот, мягких щелочей и соленой воды. Их не следует применять в присутствии едких кислот, таких как HNO₃, или различных соединений серы. Присадочные металлы, образующие наплавки более высокой твердости, могут применяться для наплавления поверхности в зонах, подвергающихся коррозионному воздействию, а также жидкостной эрозии, например, крышки конденсаторов и рабочие колеса турбин.

A7.4.2.6 Абразивный износ. Наплавки, выполненные из медных сплавов, не рекомендуются для применения в условиях сильного абразивного истирания во время эксплуатации.

A7.4.2.7 Износ металла по металлу. Медно-алюминиевые присадочные металлы, образующие наплавки твердостью по Бринеллю от 130 до 320, применяются для покрытия поверхностей, подвергающихся интенсивному износу от трения металла о металл. Например, присадочные металлы ECuAl-E используются для наплавления поверхностей матриц и пуансонов, предназначенных для протяжки и формования нержавеющей и углеродистой сталей, а также алюминия.

Все присадочные металлы на основе медных сплавов, классифицированные в данных технических условиях, используются для наплавления покрытий и припусков на опорные поверхности, за исключением присадочных металлов CuSi. Кремнистая бронза считается непригодной к наплавлению опорной поверхности. Присадочные металлы на основе медных сплавов следует выбирать таким образом, чтобы твердость наплавки по Бринеллю на опорной поверхности была на 50-75 меньше, чем у сопрягающегося металла или сплава. Оборудование проектируется таким образом, чтобы в первую очередь происходил износ опорной поверхности, а не сопрягающейся детали.

A7.4.2.8 Механические свойства при сжатии. Наплавки, выполненные присадочным металлом ECuAl, имеют высокие пределы упругости и предел прочности на сжатие, находящиеся в диапазоне от 25 000 до 65 000 фунтов/кв.дюйм (172-448 МПа) и от 120000 до 171000 фунтов/кв.дюйм (827-1179 МПа) соответственно. Предел упругости наплавов ECuSi

составляет приблизительно 22 000 фунтов/кв. дюйм (152 МПа), а предел прочности на сжатие - 60000 фунт/кв. дюйм (414 МПа). Предел упругости наплавов ECuSn1 составляет приблизительно 11 000 фунтов/кв. дюйм (76 МПа), а предел прочности на сжатие - 32 000 фунтов/кв. дюйм (221 МПа).

А7.4.2.9 Обрабатываемость. Все рассматриваемые наплавки на основе медных сплавов поддаются механической обработке.

А7.4.2.10 Термическая обработка. Как правило, при наплавлении поверхности присадочными металлами на основе медных сплавов термообработка не требуется.

А7.4.2.11 Сварочные характеристики. Для сведения к минимуму растворения основным металлом при наплавлении присадочных металлов на основе медных сплавов первый слой должен наноситься при как можно более малой величине тока. Избыточное растворение основным металлом может привести к ухудшению обрабатываемости и эксплуатационных характеристик. Относительно отдельных параметров сварки необходимо проконсультироваться с изготовителем.

А7.4.2.12 Предварительный нагрев. Обычно предварительный нагрев является обязательным, только если обрабатываемая деталь имеет очень большие размеры; тогда в целях обеспечения равномерного растекания наплавляемого металла можно применить предварительный нагрев при температуре 200°F (93°C). При нанесении первого слоя покрытия ни в коем случае нельзя устанавливать температуру предварительного нагрева выше 400°F (205°C). Во время нанесения последующих слоев переходная температура, приблизительно равная 200°-600°F (93°-316°C), упрощает процесс.

А7.5 Электроды из карбида вольфрама

А7.5.1 Характеристики. Покрытые электроды из карбида вольфрама содержат 60% (по массе) зерен карбида вольфрама. Карбид вида WC1 является смесью WC и W₂C. WC2 является макрокристаллической формой WC. Твердость матрицы наплавленного металла колеблется от 30 до 60 по Роквеллу в зависимости от методики сварки. Твердость отдельных частиц карбида обычно составляет примерно 2400 HV20. Абразивостойкость покрытий, выполненных присадочным металлом на основе карбида вольфрама, исключительно высока.

А7.5.2 Применение. Присадочный металл на основе карбида вольфрама наносится на поверхности, подвергаемые истиранию при свободном скольжении абразива в сочетании с ограниченными ударными нагрузками. Такие наплавки применяются для деталей оборудования, предназначенного для земляного бурения, экскавации и сельского хозяйства. Среди механизмов, для которых требуется такое покрытие, — головка нефтяного бура и бурильные замки, транспортер для перемещения грунта, зубья ковша экскаватора, ножи туковой сеялки и лапы культиватора.

А8. Отмененные классификации

Некоторые классификации присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих Технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих Технических условиях. Классификации электродов, действие которых прекращено, и год, когда они последний раз указывались в данных технических условиях, приведены в Таблице А4.

А9. Общие положения техники безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ: Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в секции А5 и далее. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) документом ANSI Z49.1 «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах», а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

А9.1 Защита от ожогов. В процессе сварки, резки и других аналогичных процессов образуются расплавленный металл, искры, шлаки и горячие рабочие поверхности. Они могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующие меры предосторожности. Рабочие должны надевать защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Необходимо носить высокие ботинки или кожаные галоши и огнеупорные перчатки. Брюки следует носить поверх голенищ сапог. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При проведении сварки в верхней позиции или в ограниченном пространстве, необходимо использовать бируши для ушей для предотвращения попадания брызг металла в ушные каналы. Для защиты глаз следует использовать очки или аналогичные приспособления. Одежда не должна иметь пятен смазки или масла. В карманах не должно находиться горючих материалов. При попадании горючих материалов на одежду, ее следует сменить на чистую огнеупорную одежду перед началом работы с открытой дугой или пламенем. Следует использовать фартуки, пелерины, галоши и плечевые накидки с лямками, предназначенные для сварочных работ. При проведении сварки или резки толстого металла следует использовать защитные металлические экраны. Следует рассмотреть способы механизации опасных процессов и работ. Персонал, находящийся в рабочей зоне должен быть защищен огнеупорными экранами или другими защитными приспособлениями, описанными выше. Перед уходом с рабочего места следует пометить все детали, подвергающиеся термообработке, для предупреждения других лиц об опасности. Не допускаются попытки ремонта или отсоединения электрического оборудования, находящегося под напряжением. Отсоединение под нагрузкой вызывает искрение контактов, что может вызвать ожог и/или поражение током. (Примечание: Ожог может быть вызван касанием горячего оборудования, такого, как держатели электродов, наконечники и патрубки. Следовательно, следует одевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.)

Для получения более подробной информации о персональной защите используйте следующие материалы:

(1) Американский национальный институт стандартов. ANSI Z41, Американский национальный стандарт на средства индивидуальной защиты — Защитная обувь. New York, NY: ANSI.⁷

⁷ Стандарты ANSI можно получить по адресу: American National Standards Institute, 11 West 42 Street, New York, NY 10036.

ТАБЛИЦА А4
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ^а

Дата последней публикации в		Дата последней публикации в	
Классификация Американского	A5.13 (ASTM A 399)	Классификация Американского	A5.13 (ASTM A 399)
RFeCr-A2	1956	ERCuAl-A3 ^c	1980
EFeO-A2	1956	RCuAl-C ^b	1980
ECuZn-E	1956	RCuAl-D ^b	1980
RCuAl-B	1970	RCuAl-E ^b	1980
RCuSn-E	1970	ERCuSn-A	1980
ECuSn-E	1970	RCuSn-D ^b	1980
RFe5-A	1980	RNiCr-A ^b	1980
RFe5-B	1980	RNiCr-B ^b	1980
RFeCr-Al	1980	RNiCr-C ^b	1980
RCoCr-A ^b	1980	EFe5-A	1980
RCoCr-B ^b	1980	EFe5-B	1980
RCoCr-C ^b	1980	EFe5-C	1980
RCuZn-E	1980	EFeCr-Al	1980
ERCuSi-A ^c	1980	ENiCr-A	1980
ERCuAl-A2 ^c	1980	ENiCr-B	1980

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Сведения об отмененных классах можно найти в п. А8 Приложения.
- Эти классы по классификации AWS были перенесены в AWS A5.21:2001 без изменений для твердых электродов и прутков и с префиксом «ERC» для трубчатых электродов и прутков с сердцевинной из флюса или сплошных.
- Эти классы по классификации AWS были перенесены в AWS A5.21:2001 без изменений для твердых голых электродов и прутков и с префиксом «ERC» для трубчатых электродов и прутков с сердцевинной из флюса или сплошных.

(2) Американское общество сварщиков. ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*. Miami, FL: American Welding Society.⁸

(3) OSHA. *Свод федеральных постановлений*, Заглавие 29—Труд, Глава XVII, Часть 1910. Правительственная типография США, Washington, DC.⁹

А9.2 Опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу. Тем не менее, этого можно избежать. Не следует прикасаться к открытым частям электрооборудования. Должны быть прочитаны и приняты к сведению инструкции производителя и рекомендации по безопасности. Неправильная установка или заземление, использование или содержание и техническое обслуживание электрооборудования являются источниками опасности.

Все электрооборудование и заготовки должны быть заземлены. Подводящий провод обрабатываемого изделия не является заземлением. Он служит только для замыкания сварочной цепи. Для заземления обрабатываемого изделия требуется отдельное соединение.

Должен использоваться кабель соответствующего размера, так как длительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и возможному удару током или опасности возгорания. Все электрические соединения должны быть плотными, чистыми и сухими. Плохие соединения могут перегреваться и даже плавиться. Кроме того, они могут стать причиной опасного искрения и дуговых разрядов.

⁸ Стандарты AWS можно получить в Американском обществе сварщиков по адресу: American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Rd., Miami, FL 33126.

⁹ Стандарты OSHA можно получить в Правительственной типографии США у Начальника управления документации по адресу: the U.S. Government Printing Office, Superintendent of Documents, P.O. Box 371954, Pittsburgh, PA 15250-7954.

Нельзя допускать скапливание воды, смазки или загрязнений на штепсельных вилках, гнездах или электрических соединениях. Влага может послужить проводником для электричества.

Во избежание поражения током рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве или стоять на сухой изолированной платформе. Кабели и соединения должны быть в хорошем состоянии. Неправильные или изношенные электрические соединения могут создать условия для возникновения короткого замыкания или привести к поражению током. Изношенный, поврежденный или неизолированный кабель использоваться не должен. Напряжения холостого хода следует избегать. Оно может складываться в случаях, когда несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько машин с переменным током. Суммарное напряжение увеличивает степень повреждения в случае поражения током.

В случае поражения током электричество должно быть отключено. Если необходимо прибегнуть к удалению пострадавшего от действующего источника тока, должны использоваться изоляционные материалы. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию, как только будет устранен контакт с источником напряжения. Следует вызвать врача и продолжать реанимационные мероприятия до восстановления дыхания или прибытия врача. Электрические ожоги обрабатывают так же, как и термические, т.е. накладывают чистый холодный (ледяной) компресс. Чтобы избежать заражения, ожоги следует закрыть чистой сухой повязкой; затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Общепринятые стандарты по технике безопасности такие, как ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих*

процессах; Национальный электрический стандарт NFPA No. 70 должны быть соблюдены.¹⁰

A9.3 Дым и Газы. Многие сварочные процессы, резка и аналогичные процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым — это твердые частицы, выделяемые сварочными присадочными металлами и флюсами, основным металлом и любыми покрытиями на основном металле. Газы образуются в процессе проведения сварки или воздействия излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав дыма зависят от состава присадочного металла и металла основы, сварочного процесса, флюса, уровня тока, длины дуги и других факторов.

При чрезмерном воздействии возможны раздражения глаз кожи и дыхательной системы и более серьезные последствия. Они могут возникнуть как немедленно, так и по прошествии определенного времени. Симптомами воздействия дыма могут быть тошнота, головные боли, головокружения и отравления парами металлов. Существует вероятность более серьезных последствий для здоровья при использовании особо токсичных материалов. В ограниченных пространствах защитные газы и дым могут вытеснить воздух необходимый для дыхания, и привести к удушью. Голова человека должна всегда находиться вне зоны выделения газов. Пользуйтесь достаточной вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.

В некоторых случаях естественный ток воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

При наплавлении поверхности присадочными металлами классов EFeMn и ECuMnNiAl следует соблюдать особые меры предосторожности. В процессе применения этих присадочных металлов дым выделяется особенно обильно и содержит значительное количество марганца. Длительное непрерывное воздействие марганца, присутствующего в сварочном дыме, может пагубно сказаться на центральной нервной системе. Последствиями такого воздействия могут быть мышечная слабость, нарушения координации движений и речи, а также дрожь в руках или ногах. Эти последствия являются необратимыми.

Возможные кратковременные медицинские последствия чрезмерного воздействия сварочного дыма, выделяемого медными сплавами, включают повышение температуры (литейную лихорадку), боль в мышцах и респираторное раздражение. Других медицинских последствий нет.

Возможные кратковременные медицинские последствия чрезмерного воздействия сварочного дыма, выделяемого кобальтовыми сплавами, включают легочное раздражение, кашель и дерматит. К более длительным последствиям относятся фиброз легких и респираторная сверхчувствительность.

Возможные кратковременные медицинские последствия чрезмерного воздействия сварочного дыма, выделяемого сплавами хрома и никеля, включают тошноту, головные боли, респираторное раздражение и кожную сыпь. Некоторые формы шестивалентного хрома и никеля признаны

Национальным институтом по охране труда и промышленной гигиене (NIOSH) как канцерогены. Дополнительную информацию о возможных последствиях воздействия хрома и никеля, содержащихся в сварочном дыме, можно найти в Информационном бюллетене по охране труда и здоровья №4 Американского общества по сварке (AWS).

Отсутствие в данном документе сведений об особых мерах предосторожности ни в коей мере не уменьшает степени их опасности для здоровья человека.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в процессе сварки, можно получить в следующих источниках:

(1) Допустимые пределы воздействия согласно OSHA содержатся в Своде федеральных законов (CFR), Заглавие 29—Труд, Глава XVII, часть 1910.

(2) Рекомендуемые предельно допустимые значения для дыма и газов можно найти в стандарте *«Предельно допустимые значения концентрации химических веществ и физических агентов в рабочем пространстве»*, опубликованном Американской конференцией правительственных промышленных санитарных врачей промышленности (ACGIH).¹¹

(3) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке, находятся в отчете *«Испарения и газы при сварке»*, имеющемся в Американском обществе сварщиков.

(4) Листы данных безопасности материалов производителя продукции.

A9.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы являются источником излучения, опасным для здоровья. Следует ознакомиться с воздействием такой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (как рентгеновские лучи), или неионизирующей (как ультрафиолетовые, инфракрасные лучи или видимый свет). Излучение может иметь различные последствия, такие как ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности, при чрезмерном воздействии.

A9.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение имеет место при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в пределах ограничений, предъявляемых при приемке, путем использования подходящего экранирования сварочной зоны.

A9.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависит от многих факторов, например, процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и какого либо покрытия, в том числе листового, на основном металле. Некоторые процессы, такие как контактная сварка и холодная сварка давлением, обычно сопровождаются выделением пренебрежимо малых количеств лучистой энергии. Тем не менее, большинство процессов дуговой сварки и резки (за исключением дуги под флюсом, при правильном применении), сварки лазерным лучом и горелкой, резки, пайки твердым или мягким припоем может сопровождаться выделением таких количеств лучистой энергии, которые требуют принятия мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующей лучистой энергии, выделяемой при сварке, подразумевает следующие меры:

(1) Допускается смотреть на сварочные дуги только через фильтровальные пластины для сварки, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*, опубликовано Американским национальным институтом

¹⁰ Документы NFPA можно получить в Национальной ассоциации пожарной безопасности по адресу: National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

стандартов. Следует отметить, что прозрачные сварочные экраны предназначены не для использования в качестве сварочных фильтровальных пластин, а для защиты прохожих от случайного облучения.

(2) Участки кожи, подверженные воздействию, должны быть защищены специальной одеждой и перчатками, согласно требованиям ANSI/ASC Z49.1, *Требования по технике безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликованным Американским обществом сварщиков.

(3) Следует избегать отражения сварочной дуги, и весь персонал следует защитить от интенсивного отражения. (*Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне.*)

(4) С целью избежать облучения случайных прохожих во время сварочных работ следует применять экраны, занавеси или производить эти работы на достаточном удалении от пролетов цеха, пешеходных дорожек и т. д.

(5) Установлено, что защитные очки с боковыми щитками обеспечивают хорошую защиту от ультрафиолетового излучения сварочной дуги.

A9.4.3 К источникам, содержащим информацию об неионизирующем излучении, относятся следующие:

(1) Американское общество сварщиков. AWS F2.1, *Рекомендуемые меры безопасности при сварке и резке электронным лучом*. Miami, FL: American Welding Society.

(2) Информационная литература изготовителей изделий.

A9.4.4 К источникам, содержащим информацию об неионизирующем излучении, относятся следующие:

(1) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z136.1, *Безопасное использование лазеров*. New York: American National Standards Institute.

(2) ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. New York: American National Standards Institute.

(3) Американское общество сварщиков. ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*. Miami, FL: American Welding Society.

(4) Hinrichs, J.F. «Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет» *Журнал по сварке* 57(1): 62-65.

(5) Marshall, W.J., D.H. Sliney, и другие. «Интенсивности оптического излучения, образующегося при резке воздушно-угольной дугой», *Журнал по сварке* 59(3): 43-46.

(6) Moss, C. E. и Murray, W.E. «Уровни оптического излучения, выделяющегося при газовой сварке, пайке с нагревом пламенем и кислородной резке». *Журнал по сварке* 58(9): 37-46.

(7) Moss, C. E. «Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные экраны». *Журнал по сварке* 58(3): 69-s to 75-s.

(8) Национальная служба технической информации. Специальное исследование по вопросам защиты от неионизирующего излучения № 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, генерируемого электрической дугой при сварке и резке*. Springfield, VA: National Technical Information Service.¹²

(8) Национальная служба технической информации. Специальное исследование по вопросам защиты от неионизирующего излучения № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности повреждения сетчатки глаза от видимого излучения, генерируемого электрической дугой при сварке и резке*. Springfield, VA: National Technical Information Service.

¹² Документы Национальной службы технической информации можно получить по адресу: National Technical Information Service, Springfield, VA 22161.

ГОЛЫЕ СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ ИЗ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.14/SFA-5.14M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.14/A5.14M:2005. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1. Область применения

1.1 В данных Технических условиях описаны требования по классификации голых электродов из никеля и никелевых сплавов для дуговой сварки. В данные ТУ входят электроды, в которых содержание никеля превышает все остальные элементы.

1.2 Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в Приложении, раздел А5 и А10. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) ANSI Z49.1 «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах».

1.3 Данные Технические Условия используют обе системы измерений: американскую и международную (СИ). Измерения не являются полностью эквивалентными и, следовательно, каждая система должна использоваться независимо от другой, и системы не должны смешиваться в отношении свойств материалов. Технические Условия с обозначением А5.14 используют американскую систему измерений. Технические Условия с обозначением А5.14М используют систему измерений СИ. Данные СИ показаны в скобках [] или в соответствующих колонках таблиц и в цифрах. Стандартные размеры в измерениях любой из систем могут быть применимы для установления размеров присадочных металлов или упаковок или в обоих случаях, предусмотренных Техническими Условиями А5.14 и А5.14М.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Нормативно-справочные документы

2.1 Следующие стандарты содержат положения, которые, через ссылки в тексте, формируют положения настоящего стандарта AWS. Эти издания не включают датированные ссылки, последующие дополнения или изменения стандарта. Однако, участники соглашений, основанных на данном стандарте AWS, приходят к выводу о возможности применения наиболее свежих изданий документов, приведенных ниже.

Недатированные нормативные ссылки даются на последнее издание стандарта.

2.2 В обязательных разделах данного документа содержатся ссылки на следующие стандарты AWS¹:

(a) ANSI/AWS A1.1, *Руководство по использованию метрических единиц в производственной сварке*

(b) ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.*

2.3 Следующие стандарты ANSI² используются в основных секциях данного документа:

(a) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*

2.4 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты ASTM³:

(a) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*

(b) ASTM E 76, *Стандартная методика химического анализа состава медноникелевого сплава*

(c) ASTM DS-56H/SAE HS-1086, *Металлы и сплавы в Унифицированной системе числового обозначения*

(d) ASTM E 354, *Методика химических испытаний высокотемпературных, электрических, магнитных и других подобных железных, никелевых и кобальтовых сплавов*

(e) ASTM E 1019, *Методы определения наличия углерода, серы, азота, кислорода и водорода в железных, никелевых и кобальтовых сплавах*

(f) ASTM E 1473, *Методика химических испытаний никелевых, кобальтовых и высокотемпературных сплавов*

¹ Стандарты AWS можно получить по адресу: Global Engineering Documents, an Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

² Данный стандарт ANSI можно получить по адресу: Global Engineering Documents, an Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

³ Стандарты ASTM можно получить в Американском обществе по испытаниям и материалам по адресу: 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

2.5 Следующие стандарты ISO⁴ используются в основных секциях данного документа:

(a) ISO 544, *Присадочные материалы. Технические требования к доставке присадочных материалов для сварки. Типы продукции, размеры, допустимые отклонения и маркировка*

(b) ISO 18274, *Присадочные материалы. Проволочные и ленточные электроды, проволока и прутки для дуговой сварки никеля и никелевых сплавов - Классификация*

2.6 Следующий стандарт MIL⁵ используется в основных секциях данного документа:

(a) MIL-E-21562E, *Военные технические условия – Электроды и прутки – Сварка голыми электродами, никелевые сплавы*

3. Классификация

3.1 Присадочные металлы, подпадающие под технические условия A5.14/A5.14M-97, классифицированы с использованием системы, независимой от принятой в США пользовательской системы единиц и Международной системы единиц (СИ). Классификация основана на различиях химического состава присадочного металла, как указано в Табл. 1.

3.2 Присадочные металлы, отнесенные к одной классификации, не должны классифицироваться в рамках другой классификации данных технических условий.

3.3 Присадочные металлы, классифицированные в соответствии с данными техническими условиями, предназначены для плазменно-дуговой сварки, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом, однако это не означает запрета их применения в каких-либо других сварочных процессах, для которых они могут считаться пригодными.

4. Приемка

Приемка⁶ присадочных металлов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

5. Сертификация

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.

⁴ Стандарты ISO можно получить в Американском национальном институте стандартов по адресу: 25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036.

⁵ Данный документ MIL-E-21562E можно получить в Document Automation and Production Service по адресу: 700 Robbins Avenue, Bldg. 4D, Philadelphia, PA 19111-5094.

⁶ См. Секцию A3 Приложения, «Приемка» относительно дополнительной информации о приемке и испытаниях поставляемых материалов и ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

⁷ Смотрите Секцию A4 Приложения, *Сертификация* относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

6. Правила округления

Для определения соответствия данным техническим условиям измеренное или расчетное значение следует округлить до ближайшей единицы в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с правилами округления, приведенными в документе ASTM E 29.

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

Химический анализ присадочного металла или исходного материала, из которого он был изготовлен, является единственным необходимым испытанием для классификации изделий по настоящему Техническим условиям.

8. Повторное испытание

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, это испытание повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образец для повторного испытания может быть взят как из исходной испытательной пробы, так и из новой. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

В случае, если в процессе подготовки или проведения испытаний были нарушены правила его проведения или подготовки образцов, то результаты испытания считаются недействительными независимо от того, было ли оно завершено и насколько его результаты (не) соответствуют требованиям Технических условий. Это испытание повторяют с тщательным соблюдением установленной методики. В этом случае требование об удвоении числа опытных образцов не применяется.

9. Химический анализ

9.1 Образец присадочного металла или исходного материала, из которого он изготавливается, должен быть подготовлен для химического анализа.

9.2 Анализ образца должен производиться принятыми аналитическими методами. В качестве арбитражного метода принят метод, описанный в стандарте ASTM E 1473, дополненный ASTM E 1019 и ASTM E 354 для сплавов на никелевой основе, а также в ASTM E 76, для медно-никелевых сплавов, в зависимости от того, какой метод является более подходящим.

9.3 Результаты анализа, проводимого в целях классификации испытываемого присадочного металла, должны отвечать требованиям, указанным в Табл. 1.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ

Весовые % ^{a, b}																		
Классификация Американского общества сварщиков (AWS) ^m	Номер по UNS ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Nb (Cb) плюс Ta	Mo	V	W	Другие элементы, всего
ERNi-1 ^k	N02061	0,15	1,0	1,0	0,03	0,015	0,75	0,25	93,0 мин.	-	1,5	2,0 -3,5	-	-	-	-	-	0,50
ERNiCu-7 ^k	N04060	0,15	4,0	2,5	0,02	0,015	1,25	Ост.	62,0 - 69,0		1,25	1,5 -3,0						0,50
ERNiCu-8 ^k	N05504	0,25	1,5	2,0	0,03	0,015	1,00	Ост.	63,0 - 70,0		2,0 - 4,0	0,25 -1,00						0,50
ERNiCr-3 ^{k, l}	N06082	0,10	2,5 -3,5	3,0	0,03	0,015	0,50	0,50	67,0 мин.	e		0,75	18,0 - 22,0	2,0 -3,0 ^f				0,50
ERNiCr-4	N06072	0,01 -0,10	0,20	0,50	0,02	0,015	0,20	0,50	Ост.			0,3 -1,0	42,0 - 46,0					0,50
ERNiCr-6 ^k	N06076	0,08 - 0,15	1,00	2,00	0,03	0,015	0,30	0,50	75,0 мин.		0,40	0,15 -0,50	19,0 -21,0					0,50
ERNiCrFe-5 ^k	N06062	0,08	1,0	6,0 -10,0	0,03	0,015	0,35	0,50	70,0 мин.	e			14,0 - 17,0	1,5 -3,0 ^f				0,50
ERNiCrFe-6 ^k	N07092	0,08	2,0 -2,7	8,0	0,03	0,015	0,35	0,50	67,0 мин.			2,5 -3,5	14,0 -17,0					0,50
ERNiCrFe-7 ^j	N06052	0,04	1,0	7,0 -11,0	0,02	0,015	0,50	0,30	Ост.		1,10	1,0	28,0 -31,5	0,10	0,50			0,50
ERNiCrFe-7A ^{l, p}	N06054	0,04	1,0	7,0 -11,0	0,02	0,015	0,50	0,30	Ост.	0,12	1,10	1,0	28,0 -31,5	0,5 -1,0	0,50			0,50
ERNiCrFe-8 ^k	N07069	0,08	1,0	5,0 -9,0	0,03	0,015	0,50	0,50	70,0 мин.		0,4 -1,0	2,00 -2,75	14,0 - 17,0	0,70 -1,20				0,50
ERNiCrFe-11	N06601	0,10	1,0	Ост.	0,03	0,015	0,50	1,0	58,0 - 63,0		1,0 - 1,7		21,0 - 25,0					0,50
ERNiCrFe-12	N06025	0,15 - 0,25	0,50	8,0 -11,0	0,020	0,010	0,5	0,1	Ост.	1,0	1,8 - 2,4	0,10 -0,20	24,0 -26,0					0,50

ТАБЛИЦА 1
(ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ))

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Nb (Cb) плюс Ta	Mo	V	W	Другие элементы, всего
ERNiCrFeSi-1	N06045	0,05 -0,12	1,0	21,0 - 25,0	0,020	0,010	2,5 - 3,0	0,3	Ост.	1,0	0,30	-	26,0 - 29,0	-	-	-	-	0,50
ERNiCrFeAl-1	N06693	0,15	1,0	2,5 -6,0	0,03	0,01	0,5	0,5	Ост.		2,5 - 4,0	1,0	27,0 - 31,0	0,5 - 2,5				0,50
ERNiFeCr-1 ^k	N08065	0,05	1,0	22,0 мин	0,03	0,03	0,50	1,5 - 3,0	38,0 - 46,0			0,6 - 1,2	19,5 - 23,5		2,5 - 3,5			0,50
ERNiFeCr-2 ^g	N07718	0,08	0,35	Ост.	0,015	0,015	0,35	0,30	50,0 - 55,0		0,20 - 0,80	0,65 - 1,15	17,0 - 21,0	4,75 - 5,50	2,80 - 3,30			0,50
ERNiMo-1	N10001	0,08	1,0	4,0 -7,0	0,025	0,03	1,0	0,50	Ост.	2,5			1,0		26,0 - 30,0	0,20 - 0,40	1,0	0,50
ERNiMo-2	N10003	0,04 -0,08	1,0	5,0	0,015	0,02	1,0	0,50	Ост.	0,2 0			6,0 - 8,0		15,0 - 18,0	0,50	0,50	0,50
ERNiMo-3	N10004	0,12	1,0	4,0 -7,0	0,04	0,03	1,0	0,50	Ост.	2,5			4,0 - 6,0		23,0 - 26,0	0,60	1,0	0,50
ERNiMo-7	N10665	0,02	1,0	2,0	0,04	0,03	0,10	0,50	Ост.	1,0			1,0		26,0 - 30,0		1,0	0,50
ERNiMo-8	N10008	0,10	1,0	10,0	0,015	0,015	0,50	0,50	60,0 мин				0,5 - 3,5		18,0 - 21,0		2,0 - 4,0	0,50
ERNiMo-9	N10009	0,10	1,0	5,0	0,015	0,015	0,50	0,3 - 1,3	65,0 мин		1,0				19,0 - 22,0		2,0 - 4,0	0,50
ERNiMo-10 ⁿ	N10675	0,01	3,0	1,0 -3,0	0,03	0,01	0,10	0,20	65,0 мин	3,0	0,50	0,20	1,0 - 3,0	0,20	27,0 - 32,0	0,20	3,0	0,50
ERNiMo-11	N10629	0,010	1,0	2,0 -5,0	0,020	0,010	0,10	0,5	Ост.	1,0	0,1 - 0,5	0,30	0,5 - 1,5	0,50	26,0 - 30,0			0,50
ERNiMo-12 ^g	N10242	0,03	0,80	2,0	0,030	0,015	0,80	0,50	Ост.	1,0	0,5		7,0 - 9,0		24,0 - 26,0			
ERNiCrMo-1	N06007	0,05	1,0 -2,0	18,0 - 21,0	0,04	0,03	1,0	1,5 - 2,5	Ост.	2,5			21,0 - 23,5	1,75 - 2,50	5,5 - 7,5		1,0	0,50

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Nb (Cb) плюс Ta	Mo	V	W	Другие элементы , всего
ERNiCrMo-2	N06002	0,05 - 0,15	1,0	17,0 - 20,0	0,04	0,03	1,0	0,50	Ост.	0,50 - 2,5	-	-	20,5 - 23,0	-	8,0 - 10,0	-	0,20 - 1,0	0,50
ERNiCrMo-3 ^k	N06625	0,10	0,50	5,0	0,02	0,015	0,50	0,50	58,0 мин		0,40	0,40	20,0 - 23,0	3,15 - 4,15	8,0 - 10,0			0,50
ERNiCrMo-4	N10276	0,02	1,0	4,0 - 7,0	0,04	0,03	0,08	0,50	Ост.	2,5			14,5 - 16,5		15,0 - 17,0	0,35	3,0 - 4,5	0,50
ERNiCrMo-7	N06455	0,015	1,0	3,0	0,04	0,03	0,08	0,50	Ост.	2,0		0,70	14,0 - 18,0		14,0 - 18,0		0,50	0,50
ERNiCrMo-8	N06975	0,03	1,0	Ост.	0,03	0,03	1,0	0,7 - 1,20	47,0 - 52,0			0,70 - 1,50	23,0 - 26,0		5,0 - 7,0			0,50
ERNiCrMo-9	N06985	0,015	1,0	18,0 - 21,0	0,04	0,03	1,0	1,5 - 2,5	Ост.	5,0			21,0 - 23,5	0,50	6,0 - 8,0		1,5	0,50
ERNiCrMo-10	N06022	0,015	0,50	2,0 - 6,0	0,02	0,010	0,08	0,50	Ост.	2,5			20,0 - 22,5		12,5 - 14,5	0,35	2,5 - 4,5	0,50
ERNiCrMo-11	N06030	0,03	1,5	13,0 - 17,0	0,04	0,02	0,80	1,0 - 2,4	Ост.	5,0			28,0 - 31,5	0,30 - 1,50	4,0 - 6,0		1,5 - 4,0	0,50
ERNiCrMo-13	N06059	0,010	0,5	1,5	0,015	0,005	0,10		Ост.	0,3	0,1 - 0,4		22,0 - 24,0		15,0 - 16,5			0,50
ERNiCrMo-14	N06686	0,01	1,0	5,0	0,02	0,02	0,08	0,5	Ост.		0,5	0,25	19,0 - 23,0		15,0 - 17,0		3,0 - 4,4	0,50
ERNiCrMo-15	N07725	0,03	0,35	Ост.	0,015	0,01	0,20		55,0 - 59,0		0,35	1,0 - 1,7	19,0 - 22,5	2,75 - 4,00	7,0 - 9,5			0,50
ERNiCrMo-16	N06057	0,02	1,0	2,0	0,04	0,03	1,0		Ост.				29,0 - 31,0		10,0 - 12,0	0,4		0,50
ERNiCrMo-17	N06200	0,010	0,5	3,0	0,025	0,010	0,08	1,3 - 1,9	Ост.	2,0	0,50		22,0 - 24,0		15,0 - 17,0			0,50

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ НИКЕЛЯ И НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Номер по UNS ^c	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^d	Co	Al	Ti	Cr	Nb (Cb) плюс Ta	Mo	V	W	Другие элементы, всего
ERNiCrMo-18 ^o	N06650	0,03	0,5	12,0 -16,0	0,020	0,010	0,50	0,30	Ост.	1,0	0,05 -0,50	-	19,0 -21,0	0,05 -0,50	9,5 -12,5	0,30	0,5 -2,5	0,50
ERNiCrMo-19 ^q	N06058	0,01	0,5	1,5	0,015	0,010	0,10	0,50	Ост.	0,3	0,4		20,0 -23,0		19,0 -21,0		0,3	0,50
ERNiCrMo-20	N06660	0,03	0,5	2,0	0,015	0,015	0,5	0,3	Ост.	0,2	0,4	0,4	21,0 -23,0	0,2	9,0 -11,0		2,0 -4,0	
ERNiCrMo-21	N06205	0,03	0,5	1,0	0,015	0,015	0,5	0,2	Ост.	0,2	0,4	0,04	24,0 -26,0		14,0 -16,0		0,3	
ERNiCrCoMo-1	N06617	0,05 -0,15	1,0	3,0	0,03	0,015	1,0	0,50	Ост.	10,0 -15,0	0,8 -1,5	0,60	20,0 -24,0		8,0 -10,0			0,50
ERNiCoCrSi-1	N12160	0,02 -0,10	1,0	3,5	0,030	0,015	2,4 -3,0	0,50	Ост.	27,0 -32,0	0,40	0,20 -0,60	26,0 -29,0	0,30	0,7		0,5	0,50
ERNiCrWMo-1 ^{h, i}	N06231	0,05 -0,15	0,3 -1,0	3,0	0,03	0,015	0,25 -0,75	0,50	Ост.	5,0	0,2 -0,5		20,0 -24,0		1,0 -3,0		13,0 -15,0	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Анализ присадочного металла должен проводиться для тех элементов, содержание которых указано в данной Таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значение, указанное в последнем столбце данной таблицы – «Другие элементы, всего».
- Единичные значения являются максимальными, если не указано иное. Ост. = Остаток.
- Унифицированная система цифрового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Включая остаточный кобальт.
- Содержание кобальта (Co) составляет не более 0,12, если определено покупателем.
- Тип Mil-E-21562E; Содержание тантала (Ta) - не более 0,30.
- Содержание бора - не более 0,006,
- Содержание бора - не более 0,003,
- Содержание лантана (La) - не более 0,050.
- Al + Ti - не более 1,5.
- Тип Mil-E-21562E; Pb <0,010. Графа «Общее содержание других элементов» включает Pb, Sn, Zn.
- Если указаны EN82H или RH82H, содержание углерода составляет от 0,03 до 0,10.
- В случае ленточных электродов классификационный индекс «R» заменен символом «Q.»
- Mi + Mo - от 94,0 до 98,0; Содержание Ta составляет не более 0,02; Содержание циркония (Zr) - не более 0,10.
- Азот 0,05 -0,20.
- В не более 0,005 и Zr не более 0,02 .
- Азот 0,02 – 0,15

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЭЛЕКТРОДОВ И
ПРУТКОВ^a

Стандартная Форма упаковки	Диаметр		Допуск ³	
	дюйм	мм	дюйм	мм
Прямые отрезки ^c ,	1/4	1,6	±0,002	±0,01, -0,07
бухты с бобинами	3/32	2,4		
Бухты без	—	2,5		
бобин	1/8	3,2		
	5/32	4,0		
	3/16	4,8 ^d		
	1/4	5,0	+0,001, +0,01, -0,002 -0,04	
		6,4 ^d		
Катушки	0,020	0,5		
	0,030	0,8		
	0,035	0,9		
	0,045	1,14 ^d		
	—	1,2		
	0,062(1/4)	1,6		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Нестандартные величины, размеры, допуски и упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- Отклонение от круглости (разница между наибольшим и наименьшим диаметрами) не должна превышать половину допуска.
- Длина должна составлять 36 дюймов +0, -1/2 дюйма [900 мм ±2%].
- Метрические размеры, не показанные в ISO 544.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

10. Метод изготовления

Присадочные металлы, классифицируемые в соответствии с данными Техническими условиями, могут быть изготовлены любым методом, позволяющим получить материал, который отвечал бы требованиям Технических условий.

11. Стандартные размеры

11.1 Стандартные размеры присадочного металла в различного вида упаковках [прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами и катушки (см. Секцию 13)] приведены в Табл. 2.

11.2 Стандартные размеры ленточных электродов в бухтах (см. Секцию 13) приведены в Табл. 3.

12. Чистовая обработка и однородность

12.1 После чистовой обработки все присадочные металлы должны иметь гладкую поверхность, свободную от расщепов, выбоин, царапин, окалины, складок, наплывов и посторонних включений, которые могут оказывать отрицательное влияние на характеристики сварки, работу сварочного оборудования или свойства металла сварного шва.

12.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из одной плавки, а швы, если они есть, должны быть выполнены таким образом, чтобы не препятствовать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом и полуавтоматическом сварочном оборудовании.

ТАБЛИЦА 3
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЛЕНТОЧНЫХ
ЭЛЕКТРОДОВ^{a,b}

Ширина		Толщина	
дюйм	мм	дюйм	мм
1,18	30	0,020	0,5
2,36	60		
3,54	90		
4,72	120		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Другие размеры должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- Допускаются отклонения от размеров ленточных электродов не более ±0,008 дюйма [±0,20 мм] по ширине и не более ±0,002 дюйма [±0,05 мм] по толщине.

13. Стандартные формы упаковки

13.1 К стандартным формам упаковки относятся прямые отрезки, бухты с бобиной, бухты без бобины и катушки. Стандартные размеры и вес каждого приведены в Табл. 4. Иные типы упаковки, размеры и веса должны оговариваться между покупателем и поставщиком.

13.2 Конструкция облицовки в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычной транспортировке и эксплуатации, и бобины должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл.

13.3 Конструкция катушек должна обеспечивать защиту присадочного металла от деформаций в условиях обычной транспортировки и эксплуатации, и катушки должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл (см. Рис. 1).

14. Требования к намотке

14.1 Присадочный металл на катушках и в бухтах должен быть намотан таким образом, чтобы отсутствовали петли, волны, резкие изгибы, перехлесты и заклинивания, и разматывание присадочного металла могло происходить свободно без ограничений. Наружный конец присадочного металла (с которого начинается сварка) должен быть соответствующим образом обозначен, чтобы его было легко найти, а также закреплен для предотвращения разматывания.

14.2 Укладка витков и наклон винтовой линии присадочного металла в бухтах должны быть такими, чтобы металл мог непрерывно подаваться в автоматическое и полуавтоматическое оборудование.

14.3 Укладка витков и наклон винтовой линии присадочного металла в 4-дюймовых [100-мм] катушках должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободной укладки на плоскую поверхность:

(a) образовывал окружность диаметром не менее 2,5 дюйма [60 мм] и не более 15 дюймов [380 мм]

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1/2 дюйма [13 мм] в любом положении.

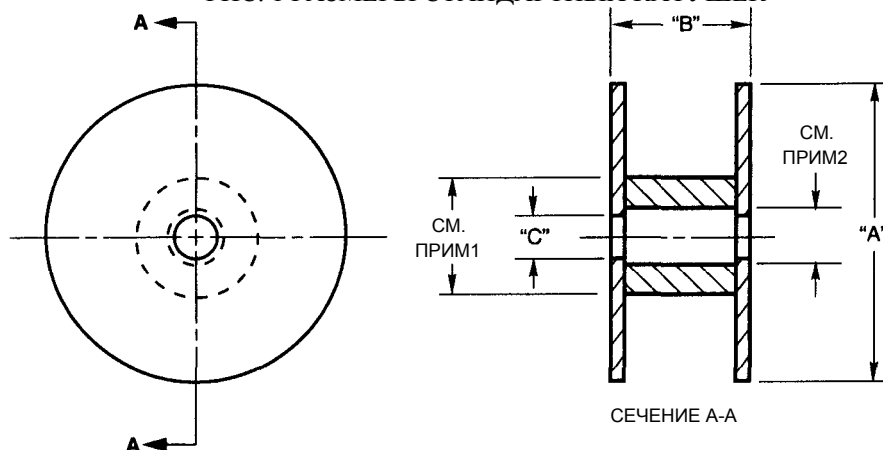
ТАБЛИЦА 4
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС УПАКОВКИ^a

Размеры голой присадочной проволоки, прутков, электродов									
		Вес нетто ^c		Ширина		Диаметр ^h , внутренний		внешний, Макс.	
дюйм	мм	фунт	КГ	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Прямые отрезки									
¹ / ₁₆ - ¹ / ₄	1,6-6,4	5	2,2	-	-	-	-	-	-
		10	4,5	-	-	-	-	-	-
		25	11	-	-	-	-	-	-
Бухты с бобинами									
¹ / ₁₆ - ¹ / ₄	1,6-6,4	25	11	2,5	65	12	305	17,5	445
		50	23						
¹ / ₁₆ - ¹ / ₄	1,6-6,4	60	27	4,6	120	12	305	17	430
¹ / ₁₆ - ¹ / ₄	1,6-6,4	100	45	5	125	Не оговорено ^d		31,5	800
		150	68						
		200	91						
Бухты без бобин									
¹ / ₁₆ - ¹ / ₄	1,6-6,4	-----по соглашению между покупателем и поставщиком-----							
Катушки ^e									
0,020-0,062	0,5-1,6	2 10 25	0,9 ^f					4	102
			4,5 ^f					8	203
			11,0 ^g					12	305
Ленточные электроды									
Ширина ленты		Вес нетто ^c		Диаметр ^h внутренний					
дюйм	мм	фунт	КГ			дюйм		мм	
1,18	30	60	30			12		300	
2,36	60	60	30						
3,54	90	120	55						
4,72	120	120	55						

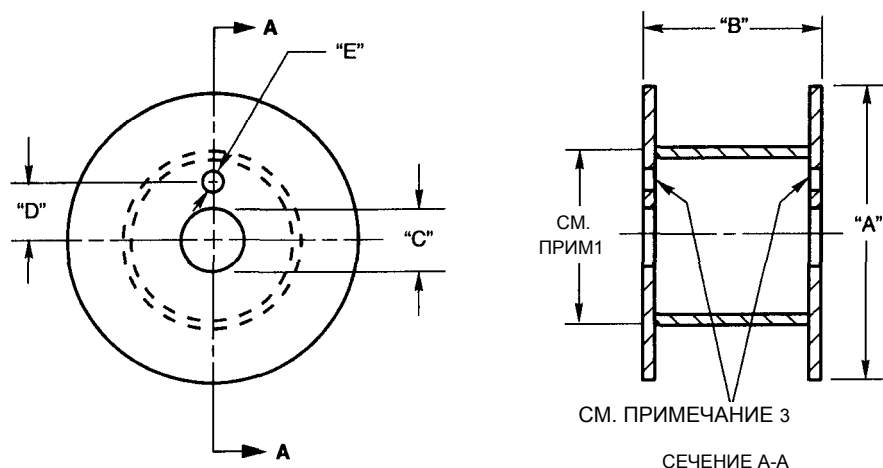
ПРИМЕЧАНИЯ:

- Размеры, вес и виды упаковки, отличающиеся от вышеуказанных, должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- Диапазон указан включительно, как в Табл. 2.
- Масса нетто не должна изменяться более чем на $\pm 10\%$.
- Внутренний диаметр вкладыша должен быть согласован между покупателем и поставщиком.
- Размеры стандартных катушек указаны на Рис.1.
- Допуск составляет $\pm 20\%$.
- Допуск составляет $\pm 20\%$, за исключением того, что 20% любой партии может содержать катушки, масса нетто у которых колеблется от 5,7 до 9,1 кг.
- Допуск составляет $\pm \frac{1}{8}$ дюйма [± 3 мм].

РИС. 1 РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ КАТУШЕК



РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНОЙ 4-ДЮЙМОВОЙ (100 ММ) КАТУШКИ



РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ 8- И 12-ДЮЙМОВОЙ (200 И 300 ММ) КАТУШЕК

		Размеры					
		Катушки 4 дюйма [100 мм]		Катушки 8 дюйма [200 мм]		Катушки 12 дюймов [300 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, max ⁴	4,0	100	8,0	200	12	300
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103
	Допуск	±0,03	+0, -2	±0,03	+0, -3	±0,06	+0, -3
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	+0,01, -0	+1, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0
D	Расстояние между осями	—	—	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	—	—	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5
E	Диаметр ³	—	—	0,44	10	0,44	10
	Допуск	—	—	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Наружный диаметр барабана должен обеспечивать правильную подачу присадочного металла.
- (2) Внутренний диаметр барабана должен быть таким, чтобы при разбухании барабана или нарушении соосности барабана и фланцев внутренний диаметр барабана не становился меньше внутреннего диаметра фланцев.
- (3) В каждом из фланцев должны быть отверстия, но они не обязательно соосны.
- (4) Метрические размеры и допуски соответствуют ISO 544, за исключением «А», который устанавливает ± допуски на номинальный диаметр, а не только плюсовой допуск, который приведен здесь как максимум.

14.4 Укладка витков и наклон винтовой линии присадочного металла в 8-дюймовых [200-мм] катушках должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободной укладки на плоскую поверхность:

(a) образовывал окружность диаметром не менее 10 дюймов [250 мм] и не более 35 дюймов [890 мм]

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм] в любом положении.

14.5 Укладка витков и наклон винтовой линии присадочного металла в 12-дюймовых [300-мм] катушках должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободной укладки на плоскую поверхность:

(a) образовывал окружность диаметром не менее 15 дюйма [380 мм] и не более 50 дюймов [1300 мм]

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любом положении.

15. Маркировка присадочного металла

15.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям Секции 17 о маркировке каждой упаковки, должна также быть обозначена на каждой бухте и катушке.

15.2 Бухты без бобин должны снабжаться биркой, содержащей вышеуказанную информацию и надежно закрепленной на внутреннем конце бухты.

15.3 Информационная бирка должна быть надежно закреплена на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

15.4 Эти сведения должны быть обозначены на выступающей поверхности, по крайней мере, одного из фланцев катушки.

16. Упаковка

Упаковка присадочного металла должна обеспечивать его защиту от повреждения при транспортировке и хранении в обычных условиях.

17. Маркировка упаковки

17.1 На наружной стороне каждой единичной упаковки должна быть разборчиво обозначена как минимум следующая информация:

(a) Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить). Дополнительно, в качестве условного обозначения может прилагаться номер ISO 18247, при условии, что требования ISO 18274 соблюдены (смотрите A2.4 и Табл. A1).

(b) Наименование поставщика и торговая марка

(c) Размер и масса нетто

(d) Номер партии, контроля или плавки

17.2 Информация о мерах предосторожности⁸ представленная в последнем издании ANSI Z49.1 (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁸ Типичные примеры «предупредительных этикеток» приведены на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А

Руководство к Техническим условиям AWS на голые сварочные электроды и прутки из никеля и никелевых сплавов

(Данное Приложение не является частью документа AWS A5.14/A5.14M:2005, *Голые сварочные электроды и прутки из никеля и никелевых сплавов. Технические условия*, а включено в него только для информации.)

A1. Введение

Целью данного Руководства является приведение в соответствие классификации голых сварочных электродов и прутков из никеля и никелевых сплавов с их предполагаемым применением для повышения эффективности последнего. Ссылки на соответствующие технические условия основного металла приводятся там, где это возможно и может быть полезно. Подобные ссылки служат только примерами и не исчерпывают перечень материалов, для которых подходит каждый из описываемых присадочных металлов.

A2. Система классификации

A2.1 Используемая в данных технических условиях система классификации присадочных металлов соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для присадочных металлов. Буквенные символы «ER» в начале классификационного обозначения означают, что данный присадочный металл может применяться и в качестве электрода и в качестве прутка. Замена сочетания «ER» символами «EQ» в начале классификационного обозначения показывает, что изделие поставляется в форме ленточного электрода (см. Табл. 1, Примечание (м)).

A2.2 Поскольку присадочные металлы классифицируются в зависимости от их химического состава, их классификационные обозначения содержат химический символ «Ni», ставящийся справа от «ER» (или «EQ») и свидетельствующий о том, что присадочный металл представляет собой никелевый сплав. Другие символы (Al, Cr, Co, Cu, Fe, Mo, Si и W) в обозначениях служат для группировки присадочных металлов по основному легирующему элементу. Индивидуальные обозначения состоят из упомянутых выше символов и чисел в конце обозначения (например, ERNiMo-1 или ERNiMo-2). Эти цифры отделяют один подкласс от другого (по химическому составу) и не повторяются в пределах одного класса.

A2.3 С точки зрения применения, большинство классов, представленных в настоящих Технических условиях имеют соответствия в стандарте AWS A5.11/A5.11M, *Технические условия на покрытые сварочные электроды из никелевых сплавов*. Для тех случаев, когда известно соответствующее применение для голых электродов и прутков («ER»)

и для покрытых электродов («E»), в Табл. A1 показана связь класса «ER» в настоящем издании с соответствующим ему классом «E» в издании AWS A5.11/A5.11M. Приводятся также текущие обозначения классов, принятые в Военных технических условиях MIL-E-21562E, в тех случаях, когда они имеют место.

A2.4 Международный Институт Сварки (IIW) разработал международную систему обозначения для сварочных присадочных металлов для использования во многих технических условиях ISO. В Таблице A1 приведены обозначения, используемые в ISO 18274 для сравнения с аналогичными классификациями данных технических условий присадочных металлов из никелевых сплавов. Для облегчения понимания предлагаемой международной системы обозначений, она приведена в Таблице 10C Приложения к документу IFS:2002 стандарта AWS, *Международная система обозначений для классификации присадочных металлов*.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, как оговорено в данном документе. Любые испытания поставляемого согласно настоящим Техническим условиям материала, проводимые поставщиком по требованию покупателя, должны быть четко оговорены в заказе на покупку в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01. В случае отсутствия такой оговорки в заказе на покупку поставщик вправе поставить материал, подвергнутый обычным для этого класса испытаниям, как указано в Спецификации F, Табл. 1, AWS A5.01. Испытание в соответствии с любой другой спецификацией в данной таблице должно быть специально оговорено в заказе покупателя. В таких случаях приемка отгруженного материала должна соответствовать данным требованиям.

A4. Сертификация

Факт обозначения Технических условий и класса по AWS на упаковке изделия или на самом изделии означает свидетельство поставщика (изготовителя) в том, что данное изделие соответствует всем требованиям технических условий.

ТАБЛИЦА А1
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ

Текущая классификация	Номер по UNS	Обозначение в Военных технических условиях	Соответствующее обозначение в А5.11/А5.11М	Предлагаемое обозначение по стандарту ISO
ERNi-1	N02061	EN61 & RN61	ENi-1	SNi2061
ERNiCu-7	N04060	EN60 & RN60	ENiCu-7	SNi4060
ERNiCu-8	N05504	EN64 & RN64	—	SNi5504
ERNiCr-3	N06082	EN82 & RN82 EN82H & RN82H	ENiCrFe-3	SNi6082
ERNiCr-4	N06072	—	—	SNi6072
ERNiCr-6	N06076	EN6N & RN6N	—	SNi6076
ERNiCrFe-5	N06062	EN62 & RN62	ENiCrFe-1	SNi6062
ERNiCrFe-6	N07092	EN6A & RN6A	ENiCrFe-2	SNi7092
ERNiCrFe-7	N06052	—	ENiOFe-7	SNi6052
ERNiCrFe-7A	N06054	—	—	—
ERNiCrFe-8	N07069	RN69	—	SNi7069
ERNiCrFe-11	N06601	—	—	SNi6601
ERNiCrFe-12	N06025	—	ENiCrFe-12	SNi6025
ERNiCrFeSi-1	N06045	—	ENiCrFeSi-1	—
ERNiCrFeAl-1	N06693	—	—	SNi6693
ERNiFeCr-1	N08065	RN65	—	SNi8065
ERNiFeCr-2	N07718	—	—	SNi7718
ERNiMo-1	N10001	—	ENiMo-1	SNi1001
ERNiMo-2	N10003	—	—	SNi1003
ERNiMo-3	N10004	—	ENiMo-3	SNi1004
ERNiMo-7	N10665	—	ENiMo-7	SNi1066
ERNiMo-8	N10008	—	ENiMo-8	SNi1008
ERNiMo-9	N10009	—	ENiMo-9	SNi1009
ERNiMo-10	N10675	—	ENiMo-10	SNi1067
ERNiMo-11	N10629	—	ENiMo-11	SNi1069
ERNiMo-12	N10242	—	—	—
ERNiCrMo-1	N06007	—	ENiCrMo-1	—
ERNiCrMo-2	N06002	—	ENiCr-Mo-2	SNi6002
ERNiCrMo-3	N06625	EN625 & RN625	ENiCrMo-3	SNi6625
ERNiCrMo-4	N10276	—	ENiCrMo-4	SNi6276
ERNiCrMo-7	N06455	—	ENiCrMo-7	SNi6455
ERNiCrMo-8	N06975	—	—	SNi6975
ERNiCrMo-9	N06985	—	ENiCrMo-9	SNi6985
ERNiCrMo-10	N06022	—	ENiCrMo-10	SNi6022
ERNiCrMo-11	N06030	—	ENiCrMo-11	SNi6030
ERNiCrMo-13	N06059	—	ENiCrMo-13	SNi6059
ERNiCrMo-14	N06686	—	ENiCrMo-14	SNi6686
ERNiCrMo-15	N07725	—	—	SNi7725
ERNiCrMo-16	N06057	—	—	SNi6057
ERNiCrMo-17	N06200	—	ENiCrMo-17	SNi6200
ERNiCrMo-18	N06650	—	ENiCrMo-18	SNi6650
ERNiCrMo-19	N06058	—	ENiCrMo-19	—
ERNiCrMo-20	N06660	—	—	SNi6660
ERNiCrMo-21	N06205	—	—	SNi6205
ERNiCrCoMo-1	N06617	—	ENiCrCoMo-1	SNi6617
ERNiCoCrSi-1	N12160	—	—	SNi6160
ERNiCrWMo-1	N06231	—	—	SNi6231

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Требования указанных эквивалентных классификаций не всегда являются идентичными.
- Для ленточных электродов классификационное обозначение «R» следует заменить на «Q».
- MIL-E-21562E.
- Для ленточных электродов классификационное обозначение «S» следует заменить на «B».

Единственным условием такой сертификации является фактическое проведение изготовителем необходимых согласно ТУ испытаний на представительной выборке поставляемого материала, в результате чего установлено соответствие материала требованиям Технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса и имеющая одинаковый состав. Понятие «сертификация» не подлежит толкованию в том смысле, что испытания любого вида обязательно проводятся на образцах материала из поставляемой партии. Испытания этого материала могут не проводиться. Основанием для сертификации, требуемой согласно техническим условиям, является классификационное испытание вышеупомянутой «предварительной выборки» в соответствии с принятой изготовителем «Системой обеспечения качества» AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) Размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка).
- (b) Число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в одном помещении.
- (c) Скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при пайке материалов и технологий.
- (d) Близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении.
- (e) Вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка..

A5.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1, «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах», опубликованный Американским обществом сварщиков, подробно рассматривает вопросы вентиляции в процессе сварки и должен использоваться как справочный материал для получения конкретных сведений. Особое внимание следует уделить разделу, озаглавленному «Вентиляция в ограниченном пространстве».

A6. Сварочные процессы

A6.1 Присадочные металлы, описание которых приводится в настоящих Технических условиях, могут применяться при различных процессах сварки. К наиболее важным из них относятся дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW), дуговая сварка металлческим электродом в среде защитного газа (GMAW), дуговая сварка под флюсом (SAW) и плазменно-дуговая сварка (PAW). Дуговая сварка под флюсом и плазменно-дуговая сварка являются узкоспециализированными видами сварки, в связи с чем за рекомендациями по применению присадочных металлов следует обратиться к поставщику. Общие рекомендации, касающиеся двух других видов сварочных процессов, приведены ниже.

A6.2 Перед сваркой или нагреванием какого-либо сплава на основе никеля, основной металл должен быть очищен. Масла, краски, смазочные материалы, маркировочные карандаши и индикаторы температуры, компаунды для нарезания резьбы и другие аналогичные материалы часто содержат серу или свинец, которые при сварке или нагреве могут вызвать трещинообразование (охрупчивание) основного металла или металла сварного шва.

A6.3 При дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа применяется постоянный ток при отрицательной полярности электрода (ПТЭО). В качестве защитного газа

используются аргон или гелий высокой степени очистки (или их сочетание).

A6.4 При дуговой сварке металлческим электродом в среде защитного газа применяется постоянный ток при положительной полярности электрода (ПТЭП). В качестве защитного газа обычно используется аргон, однако, возможно и применение смеси аргона с гелием.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов и прутков

A7.1 Классификация ERNi-1. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 96 Cr и 3 Ti. Присадочный материал этого класса предназначен для сварки деформируемых и литых форм технически чистого никелевого сплава (ASTM B160, B161, B162 и B163; номера UNS N02200 или N02201) с применением дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлческим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки. Присадочный металл содержит достаточное количество титана для регулирования пористости при указанных сварочных процессах.

A7.2 Классификации ERNiCu-X

A7.2.1 Классификация ERNiCu-7. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 65 Ni; 30 Cu; 3 Mn и 2 Ti. Присадочный металл этого класса применяется при сварке медноникелевых сплавов (ASTM B127, B163, B164 и B165; номер UNS N04400) методами дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлческим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки. Присадочный металл содержит достаточное количество титана для регулирования пористости при указанных сварочных процессах.

A7.2.2 Классификация ERNiCu-8. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 66 Ni, 29 Cu, 3 Al, 1 Fe и 0,5 Ti. Присадочный металл этого класса применяется при сварке дисперсно-твердеющих медноникелевых сплавов (ASTM F467 и F468; номер UNS N05500) методами дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлческим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки. Дисперсное твердение этого присадочного металла происходит при термической обработке. Конкретную информацию относительно дисперсного твердения можно получить у изготовителя или из технической литературы, предоставляемой изготовителем.

A7.3 Классификации ERNiCr-X

A7.3.1 ERNiCr-3. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 72 Ni; 20 Cr; 3 Mn 2,5 Nb и Ta. Присадочный металл этого класса применяется для сварки хромжелезоникиелевых сплавов (ASTM B163, B166, B167 и B168; номер N06600) между собой, для соединения со стороны плакировки сталей, плакированных хромжелезоникиелевым сплавом, и для наплавления на поверхность стали присадочного металла на основе хромжелезоникиелевого сплава, для сварки разнородных сплавов на основе никеля, а также для соединения стали со сплавами на основе никелевых сплавов методами дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлческим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки.

A7.3.2 ERNiCr-4. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 55 Ni и 44 Cr. Присадочный металл этого класса применяется для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа никелевохромовых сплавов с соотношением элементов 50/50, для плакирования железохромоникелевых труб хромоникелевым сплавом и для восстановления отливок. Этот присадочный металл устойчив к высокотемпературной коррозии, включая коррозию продуктами сгорания топлива в атмосферах, содержащих серу и ванадий.

A7.3.3 ERNiCr-6. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 78 Ni; 20 Cr; 1 Fe и 0,4 Ti. Присадочный металл этого класса применяется для сварки хромжелезоникиелевых сплавов (ASTM B163, B166, B167 и B168; номер UNS N06600), для сварки по плакированной стороне сталей, плакированных хромжелезоникиелевыми сплавами, для наплавления поверхности стали хромжелезоникиелевыми присадочными металлами и для соединения сталей с никелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки.

A7.4 Классификации ERNiCrFe-X

A7.4.1 ERNiCrFe-5. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 74 Ni; 16 Cr; 8 Fe, 2 Nb и Ta. Присадочный металл этого класса применяется при сварке хромжелезоникиелевых сплавов (ASTM B163, B166, B167 и B168; номер UNS N06600) методами дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки. Более высокое содержание ниобия в присадочном металле используется для минимизации трещинообразования при возникновении высоких напряжений во время сварки, например, в основном металле большого сечения.

A7.4.2 ERNiCrFe-6. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 71 Ni, 16 Cr, 6 Fe, 3 Ti и 2,5 Mn. Присадочный металл этого класса применяется для плакирования сталей хромжелезоникиелевыми сплавами и для соединения сталей с никелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки. Дисперсное твердение этого присадочного металла происходит при термической обработке. Конкретную информацию относительно дисперсного твердения можно получить у изготовителя или из технической литературы, предоставляемой изготовителем.

A7.4.3 ERNiCrFe-7. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 60 Ni, 29 Cr и 9 Fe. Присадочный металл этого класса применяется при сварке хромжелезоникиелевых сплавов (ASTM B163, B166, B167 и B168; номер UNS N06690) между собой, со сталью, для наплавления покрытий на поверхность сталей и для сварки сталей, плакированных хромжелезоникиелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки.

A7.4.4 ERNiCrFe-7A. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 60 Ni, 29 Cr, 9 Fe и 0,75 Nb. Присадочный металл этого класса применяется при сварке

хромжелезоникиелевых сплавов (ASTM B163, B166, B167 и B168; номер UNS N06690) между собой, со сталью, для наплавления покрытий на поверхность сталей и для сварки сталей, плакированных хромжелезоникиелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки. Сварные швы, сделанные с применением данного состава особенно устойчивы к вязкости, травлению, растрескиванию и окисдным включениям.

A7.4.5 ERNiCrFe-8. Номинальный состав (в % по массе) присадочного металла этого класса выражен так: 73 Ni, 15,5 Cr, 7 Fe, 2,4 Ti, 1 Nb, 0,7 Al. Присадочный металл применяется для плакирования сталей хромжелезоникиелевым сплавом и для соединения стали с никелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки. Дисперсное твердение этого присадочного металла происходит при термической обработке. Конкретную информацию относительно дисперсного твердения можно получить у изготовителя или из технической литературы, предоставляемой изготовителем.

A7.4.6 ERNiCrFe-11. Номинальный состав (в % по массе) присадочного металла этого класса выражается так: 61 Ni, 23 Cr, 14 Fe, 1,4 Al. Он применяется для сварки хромжелезоникиелеалюминиевых сплавов (ASTM B166, B167 и B168; номер UNS N06601) между собой и с другими жаропрочными сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Он применяется в тяжелых условиях эксплуатации при рабочей температуре свыше 2100°F [1150°C].

A7.4.7 ERNiCrFe-12. Номинальный состав (в % по массе) присадочного металла этого класса выражается так: 63 Ni, 25 Cr, 9,5 Fe, 2,1 Al. Он применяется для сварки хромжелезоникиелеалюминиевых сплавов (ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B516, B517, B546, B564, номер UNS N06025) между собой и хромжелезоникиелевых сплавов со сталью и другими сплавами на никелевой основе.

A7.5 Классификации ERNiFeCr-X

A7.5.1 ERNiFeCr-1. Номинальный состав (в % по массе) присадочного металла этого класса выражается так: 42 Ni, 21 Cr, 30 Fe, 3 Mo, 2 Cu. Он применяется для сварки хромомолибденожелезоникиелевомедных сплавов (ASTM B423; номер UNS N08825) методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа.

A7.5.2 ERNiFeCr-2. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 52 Ni, 19 Cr, 18 Fe, 5 Nb и Ta, 3 Mo, 1 Ti. Присадочный металл этого класса применяется для сварки хромоникелевомолибденониобиевых сплавов (ASTM B637 и AMS 5589; номер UNS N07718) методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Дисперсное твердение этого присадочного металла происходит при термической обработке. Конкретную информацию относительно дисперсного твердения можно получить у изготовителя или из технической литературы, предоставляемой изготовителем.

A7.6 Классификация ERNiCrFeSi-1. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 46 Ni, 28 Cr, 23 Fe, 2,75 Si. Присадочный металл этого класса

применяется для сварки хромжелезоникелевых сплавов (ASTM B163, B166, B167, B168, B366, B516, B517, B546, B564; номер UNS N06045) между собой, со сталью и другими сплавами на никелевой основе.

A7.7 Классификация ERNiCrFeAl-1.

Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 59 Ni, 29 Cr, 4 Fe, 3 Al. Присадочный металл этого класса применяется для сварки хромжелезоникелевых сплавов (ASTM B163, B166, B167, B168; номер UNS N06045) между собой, со сталью, для наплавления покрытий на поверхность сталей и для сварки сталей, плакированных хромжелезоникелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа. Швы, сваренные с применением этого состава особенно устойчивы к припыливанию металла при химических и нефтехимических процессах. Сплав устойчив к высокотемпературным формам коррозии.

A7.8 Классификации ERNiMo-X

A7.8.1 ERNiMo-1. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 66 Ni, 28 Mo и 5,5 Fe. Он применяется для сварки никелемолибденового основного металла (ASTM B333; номер UNS N10001) с помощью дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа.

A7.8.2 ERNiMo-2. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 71 Ni, 16 Mo, 7 Cr; 3 Fe. Он применяется для сварки никелемолибденового основного металла (ASTM B366, B434 и B573; номер UNS M10003) с тем же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакирования сталей никелемолибденовым металлом сварного шва методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа.

A7.8.3 ERNiMo-3. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 63 Ni, 24 Mo, 5 Cr; 6 Fe. Он применяется для ремонта сваркой различных никелевых, кобальтовых и железных сплавов, а также для соединения разнородных сплавов на основе никеля, кобальта и железа.

A7.8.4 ERNiMo-7. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 69 Ni и 28 Mo. Он применяется для сварки никелемолибденового основного металла (ASTM B333 и B335; номер UNS N10665) и для плакировки сталей металлом сварного шва из никелемолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа.

A7.8.5 ERNiMo-8. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 70 Ni, 2 Cr, 5 Fe, 3 W и 19 Mo. Присадочный металл этого класса применяется при сварке никелевых (9%) сплавов (ASTM A333, A334, A353 и A553; номер UNS K81340) методами дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом.

A7.8.6 ERNiMo-9. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 70 Ni, 20 Mo, 1 Fe и 3 W. Присадочный металл этого класса применяется при сварке никелевых (9%) сплавов (ASTM A333, A334, A353 и A553; номер UNS K81340) методами дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом.

A7.8.7 ERNiMo-10. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 68 Ni, 1,5 Cr, 1,5 Fe, 28,5 Mo при низком содержании углерода. Присадочный металл этого класса применяется для сварки никелемолибденового основного металла (ASTM B333, B335, B366, B564, B619, B622 и B626; номер UNS N10675), для плакировки стали металлом сварного шва из никелемолибденового сплава и для сварки никелемолибденовых сплавов со сталью и другими никелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.8.8 ERNiMo-11. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 67 Ni, 28 Mo, 3 Fe, 1,3 Cr, при низком содержании углерода. Присадочный металл этого класса применяется для сварки никелемолибденового основного металла (ASTM B333, B335, B366, B564, B619, B622 и B626; номер UNS N10625), для плакировки стали металлом сварного шва из никелемолибденового сплава и для сварки никелемолибденовых сплавов со сталью и другими никелевыми сплавами методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.8.9 ERNiMo-12. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 68 Ni, 1,5 Cr, 1,5 Fe, 28,5 Mo при низком содержании углерода. Присадочный металл этого класса применяется для сварки никелемолибденового основного металла (ASTM B333, B335, B366, B564, B619, B622 и B626; номер UNS N10675), для плакировки стали металлом сварного шва из никелемолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа.

A7.9 Классификации ERNiCrMo-X

A7.9.1 ERNiCrMo-1. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 44 Ni, 22 Cr, 20 Fe, 6,5 Mo, 2 Nb и Ta, 2 Cu, 1,5 Mn. Он применяется для сварки хромоникелемолибденового основного металла (ASTM B581 и B582; номер UNS N06007) с тем же металлом, сталью, другими никелевыми сплавами и для плакировки сталей металлом сварного шва на основе хромоникелемолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.2 ERNiCrMo-2. Номинальный состав (в % по весу) присадочного металла этого класса выражается так: 47 Ni, 22 Cr, 18 Fe, 9 Mo, 1,5 Co. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B366, B435 и B572; номер UNS N06002) с тем же металлом, со сталью, с другими сплавами на основе никеля и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.3 ERNiCrMo-3. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 61 Ni; 22 Cr; 9 Mo, 3,5 Nb и Ta. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B443, B444 и B446; номер UNS N06625) с таким же металлом, со сталью, с другими сплавами на основе никеля, а также для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава и для сварки со стороны

плакировки стали, плакированной никелехромо-молибденовым сплавом. Применяются дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа, дуговая сварка под флюсом и плазменно-дуговая сварка. Данный присадочный металл рекомендован к применению в диапазоне рабочих температур от криогенных до 1000°F [540°C].

A7.9.4 ERNiCrMo-4. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 57 Ni, 16 Cr, 15,5 Mo, 5,5 Fe, 4 W. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B574, B575, B619, B622 и B628; номер UNS N10276) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа.

A7.9.5 ERNiCrMo-7. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 65 Ni, 16 Cr, 15,5 Mo, 2 Fe. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B574, B575, B619, B622 и B628; номер UNS N06455) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.6 ERNiCrMo-8. Номинальный состав (в % по массе) присадочного металла этого класса выражается так: 50 Ni, 25 Cr, 17 Fe, 6 Mo, 1 Cu. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B581, B582, B619, B622 и B626; номер UNS N06975) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакировки стали металлом сварного шва на основе хромоникелемолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.7 ERNiCrMo-9. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 44 Ni, 22 Cr, 20 Fe, 7 Mo, 2 Co, 2 Cu. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B581, B582, B619, B622, и B626; номер UNS N06007 или N06985) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.8 ERNiCrMo-10. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 56 Ni, 22 Cr, 13 Mo, 4 Fe, 3 W. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B574, B575, B619, B622 и B628; номер UNS N06022) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.9 ERNiCrMo-11. Номинальный состав (в % по массе) присадочного металла этого класса выражается так: 43 Ni, 30 Cr, 15 Fe, 5 Mo, 2 Co, 3 W и 2 Cu. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B581, B582, B619, B622 и B626; номер UNS N06030) с тем же металлом, со сталью, с другими сплавами на основе никеля и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.10 ERNiCrMo-13. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 59 Ni, 23 Cr, 16 Mo, 1 Fe при низком содержании углерода. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (B564, B574, B575, B619, B622 и B626; номер UNS N06059) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакирования стали методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.11 ERNiCrMo-14. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 57 Ni, 21 Cr, 16 Mo, 4 W. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B574, B575, B619, B622 и B628; номер UNS N06686) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакирования стали методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом.

A7.9.12 ERNiCrMo-15. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 57 Ni, 21 Cr, 8 Mo, 7 Fe, 3 Nb и Ta, 1,4 Ti. Присадочный металл этого класса применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B805, номер UNS N07725) с таким же металлом и для плакировки стали методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа. Дисперсное твердение этого присадочного металла происходит при термической обработке. Конкретную информацию относительно дисперсного твердения можно получить у изготовителя или из технической литературы, предоставляемой изготовителем.

A7.9.13 ERNiCrMo-16. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 60 Ni, 30 Cr, 10 Mo. Присадочный металл этого класса применяется для нанесения устойчивого к коррозии (особенно при щелевой коррозии) покрытия методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.14 ERNiCrMo-17. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 59 Ni, 23 Cr, 16 Mo, 1,6 Cu. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B574, B575, B619, B622 и B629; номер UNS N06200) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.15 ERNiCrMo-18. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 50 Ni, 20 Cr, 11,5 Mo, 14 Fe, 1,5 W. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла номер UNS N06650 с таким же металлом, со сталью, аустенитной нержавеющей стали, с другими сплавами на основе никеля и для плакировки стали металлом сварного шва из никелехромомолибденового сплава методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.16 ERNiCrMo-19. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 58 Ni, 21 Cr, 20 Mo, 1 Fe при низком содержании углерода. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B574, B575, B366, B564, B619, B622 и B626; номер UNS N06058) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакирования стали методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.17 ERNiCrMo-20. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 64 Ni, 22 Cr, 9 Mo (не содержит ниобий). Свойства данного наплавного металла позволяют производить сварку двухфазной нержавеющей стали для низких температур в условиях высокой ударной жесткости. Наплавной металл такого состава для сварки никелехромомолибденового сплава такого же химического состава методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки.

A7.9.18 ERNiCrMo-21. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 55 Ni, 25 Cr, 15 Mo, 1 Fe при низком содержании углерода. Он применяется для сварки никелехромомолибденового основного металла (ASTM B574, B575, B366, B564, B619, B622 и B626; номер UNS N06205) с таким же металлом, со сталью, с другими никелевыми сплавами и для плакирования стали методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки под флюсом и плазменно-дуговой сварки.

A7.10 Классификация ERNiCrCoMo-1. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 53 Ni, 23 Cr, 12 Co, 9 Mo, 1 Fe. Он применяется для сварки никелехромокобальтомолибденового основного металла (номер UNS N06617) с помощью дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа.

A7.11 Классификация ERNiCoCrSi-1. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 38 Ni, 28 Cr, 30 Co, 2,8 Si, 1 Fe. Он применяется для сварки никелехромокобальтокремниевых сплавов (ASTM B435, B572, B619, и B626; номер UNS N12160) с таким же металлом методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки. Этот сплав чувствителен к налипанию железа, поэтому его не рекомендуется использовать при сварке никелехромокобальтокремниевых сплавов со сплавами на основе железа.

A7.12 Классификация ERNiCrWMo-1. Номинальный состав (в % по массе) этого присадочного металла выражен так: 57 Ni, 22 Cr, 14 W, 2 Co, 2 Fe, 2 Mo. Он применяется при сварке никелехромовольфрамомолибденлантанового основного металла (ASTM B366, B435, B564 и B572; номер UNS N06230) методом дуговой сварки вольфрамовым или металлическим электродом в среде защитного газа.

A8. Специальные испытания

Считается, что дополнительные испытания могут быть необходимы для определения применимости электродов в том или ином случае. Целью таких испытаний является определение специальных характеристик, таких как коррозионная стойкость, окалиностойкость или прочность при высокой или криогенной температуре. Стандарт AWS A5.01 содержит положения, касающиеся составления заказа на проведение подобных испытаний. Данный раздел включен в Руководство специально для тех, кто пожелает провести такие специальные испытания. Они проводятся по согласованию между поставщиком и покупателем.

A8.1 Испытания на стойкость к коррозии или образованию окалины. Хотя сварные швы, полученные с помощью электродов и прутков, рассматриваемых в данных Технических условиях, обычно применяются в условиях, требующих от них высокой коррозионной стойкости и термостойкости, испытания по определению этих свойств материалов не включены в настоящие Технические условия. Если это требуется для конкретного случая применения, такие испытания могут проводиться на образцах, взятых либо из наплавленного слоя, либо из сварного соединения.

A8.1.1 Образцы, отобранные из сварного соединения, пригодны для квалификационной оценки процедур сварки (для конкретных случаев применения, требующих стойкости к коррозии или окислению, однако не годятся для квалификационной оценки присадочного металла. Недостатком является то, что при испытании образцов, отобранных из сварного соединения, определяются совокупные свойства металла сварного шва, зоны термического воздействия основного металла и не затронутого сваркой основного металла. При этом виде образцов получение воспроизводимых результатов затруднительно (если существует различие в характеристиках металла в разных частях образца). Образцы, отобранные из соединения, обладают тем преимуществом, что они способны воспроизводить конструкцию соединения и последовательность операций сварки, планируемых при изготовлении.

A8.1.2 Образцы для определения стойкости к коррозии или окислению металла сварного шва, взятого в отдельности, подготавливают по той же методике, что и наплавки для химического анализа (см. п. 9.3 в AWS A5.11/A5.11M). Проба должна быть не менее $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм] в высоту, $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] в ширину и $(1 + 0.625 n)$ дюйма $[25 + 16 n \text{ мм}]$ в длину, где n соответствует количеству образцов, которое следует отобрать из наплавленного слоя. Образцы размером $\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ дюйма $[13 \times 50 \times 6,5 \text{ мм}]$ вырезают из пробы механическим способом, так чтобы сторона образца размером 2 дюйма [50 мм] оказалась параллельной ширине наплавленного слоя $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм], а сторона образца размером $\frac{1}{2}$ дюйма [13 мм] была параллельна длине наплавки. Термическая обработка, обработка поверхности и

маркировка образцов перед началом испытаний должны проводиться в соответствии с требованиями стандартных методик испытаний аналогичных сплавов в виде поковок или литья. Методики испытаний должны соответствовать стандарту ASTM G4, *Рекомендуемая методика проведения испытаний на коррозионную стойкость*.

A8.2 Испытания механических свойств.

Присадочные металлы, описание которых приводится в настоящих Технических условиях, могут применяться в различных процедурах и процессах сварки. Ввиду этого настоящие Технические условия не содержат описания испытаний металла сварного шва. Прочность на разрыв, пластичность при изгибе и бездефектность сварных швов, выполненных с применением присадочных металлов, соответствующих этим Техническим условиям, часто определяют в ходе квалификационной оценки процедуры сварки.

Изменение переменных сварки (ток, напряжение и скорость сварки), параметры защитной среды (конкретная газовая смесь или флюс), мастерство сварщика при выполнении ручных работ и химический состав основного и присадочного металлов – все эти факторы оказывают влияние на получаемые результаты. Типичные значения прочности на разрыв металлов сварного шва приведены в Табл. A2. Если оговорены специальные испытания для определения механических свойств, то процедуры их проведения должны соответствовать последнему изданию стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M, «*Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик*».

A9. Отмененные классификации

Некоторые классификации присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих Технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих Технических условиях. Классификации, действие которых прекращено, и год, когда они последний раз указывались в данных технических условиях, приведены в Таблице A3.

A10. Положения техники безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ: Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в Приложении, раздел A5. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (но не ограничиваются этим) Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные в A10.2, ANSI Z49.1 «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах», а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

A10.1 Бюллетени по охране труда и технике безопасности. Бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Их можно загрузить и распечатать непосредственно с Интернет-сайта AWS <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

A10.2 Указатель бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)¹⁰

Номер	Наименование
1	Пары и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных аэрозолях
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на этикетках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Электрокардиостимуляторы и сварочные работы
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Плановые остановки и маркировка оборудования
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металлизации
21	Контактная точечная сварка
22	Выделение кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: Безопасное обращение и применение
25	Отравление парами металла
27	Электроды из торированного вольфрама
29	Заземление переносных и смонтированных на базовой машине генераторов сварки

⁹ ANSI Z49.1 может быть получен в Global Engineering Documents, an Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

¹⁰ Стандарты AWS могут быть получены в Global Engineering Documents, an Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

ТАБЛИЦА А2
ХАРАКТЕРНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ НА
РАЗРЫВ МЕТАЛЛОВ СВАРНОГО ШВА^а

Классификация Американского	Прочность на разрыв (характерное значение)	
	Тыс. фунтов/кв. дюйм	МПа
ERNi-1	55	380
ERNiCu-7	70	480
ERNiCu-8	100 ^b	690 ^b
ERNiCr-3	80	550
ERNiCr-4	100	690
ERNiCr-6	80	550
ERNiCrFe-5	80	550
ERNiCrFe-6	80	550
ERNiCrFe-7	80	550
ERNiCrFe-7A	85	590
ERNiCrFe-8	125 ^c	860 ^c
ERNiCrFe-11	94	650
ERNiCrFe-12	95	660
ERNiCrFeSi-1	90	620
ERNiCrFeAl-1	85	590
ERNiFeCr-1	80	550
ERNiFeCr-2	165 ^d	1140 ^d
ERNiMo-1	100	690
ERNiMo-2	100	690
ERNiMo-3	100	690
ERNiMo-7	110	760
ERNiMo-8	95	660
ERNiMo-9	95	660
ERNiMo-10	110	760
ERNiMo-11	100	690
ERNiMo-12	100	690
ERNiCrMo-1	85	590
ERNiCrMo-2	95	660
ERNiCrMo-3	110	760
ERNiCrMo-4	100	690
ERNiCrMo-7	100	690
ERNiCrMo-8	85	590
ERNiCrMo-9	85	590
ERNiCrMo-10	100	690
ERNiCrMo-11	85	590
ERNiCrMo-13	110	760
ERNiCrMo-14	110	760
ERNiCrMo-15	174 ^e	1200 ^e
ERNiCrMo-16	85	590
ERNiCrMo-17	100	690
ERNiCrMo-18	95	660
ERNiCrMo-19	120	830
ERNiCrMo-20	110	830
ERNiCrMo-21	115	780
ERNiCrCoMo-1	90	620
ERNiCrWMo-1	110	760

ТАБЛИЦА А2
ХАРАКТЕРНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ НА
РАЗРЫВ МЕТАЛЛОВ СВАРНОГО ШВА^а
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Значения прочности на разрыв указываются в состоянии непосредственно после сварки, если не оговорено иное.
- б. Условия дисперсионного твердения: термическая обработка при 1475°F [802°C] в течение 2 ч и при 1100°F [593°C] в течение 16 ч с последующим охлаждением в печи со скоростью 25°F [14°C] в час до 900°F [482°C] и охлаждением на воздухе.
- в. Условия дисперсионного твердения: термическая обработка при 1950°F [1066°C] в течение 2 ч и при 1300°F [704°C] в течение 20 ч с последующим охлаждением на воздухе.
- г. Условия дисперсионного твердения: Термическая обработка при 1325°F [718°C] в течение 8 ч с последующим охлаждением в печи до 1150°F [620°C] при скорости 100°F [56°C] в час и охлаждением на воздухе.
- е. Условия дисперсионного твердения: термическая обработка при 1900°F [1038°C] в течение 1 ч и при 1350°F [732°C] в течение 8 ч с последующим охлаждением в печи со скоростью 100°F [56°C] в час до 1150°F [621°C], выдержкой в течение 8 ч и охлаждением на воздухе.

ТАБЛИЦА А3
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССИФИКАЦИИ

Отмененная классификация	Год последней публикации
RNi-2	1969
ERNi-3	1969
RNiCu-5	1969
RNiCu-6	1969
RNiCrFe-4	1969
ERNiMo-4 ^а	1969
ERNiMo-5	1969
ERNiMo-6 ^б	1969

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Переклассифицировано как ERNiMo-1 в 1976 г.
- б. Переклассифицировано как ERNiMo-3 в 1976 г.

ЭЛЕКТРОДЫ И ПРИСАДОЧНЫЕ ПРУТКИ ДЛЯ СВАРКИ ЧУГУНА. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.15



(Идентичны техническим условиям AWS A5.15-90 (R2006). В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

A08

1. Область применения

Данные Технические условия содержат требования по классификации следующих материалов:

- (a) Прутки для кислородно-газовой сварки;
- (b) Электроды для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа;
- (c) Композиционные электроды с сердечником из флюса для дуговой сварки;
- (d) Электроды для дуговой сварки металлическим покрытым электродом.

Перечисленные присадочные металлы пригодны для сварки серого чугуна, ковкого чугуна, зернистого чугуна, чугуна с компактным графитом, а также некоторых видов легированного чугуна.¹

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Классификация

2.1 Электроды и прутки, описанные в данных ТУ, классифицируются по их химическому составу, как указано в Таблицах 1А, 1В и 1С.

2.2 Электроды и прутки, отнесенные к одной классификации, не должны классифицироваться по другой классификации, входящей в данные технические условия.

2.3 Электроды и прутки, классифицированные в данных ТУ, предназначены для кислородно-газовой сварки, дуговой сварки металлическим покрытым электродом, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, или дуговой сварки электродом с сердечником из флюса, что, однако, не исключает их использования в любом другом подходящем процессе.

¹ Присадочные металлы на основе меди, часто применяющиеся при пайке-сварке чугуна, исключены из данных ТУ. Информацию об этих материалах смотрите в п. А7.6 приложения.

3. Приемка

Приемка² сварочных электродов должна производиться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*³.

4. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.⁴

5. Единицы измерения и правила округления

5.1 Приведенные в таблице обычные единицы измерения являются стандартными для данных Технических условий. Единицы СИ приведены как эквивалентные для принятых в США. Стандартные размеры в двух системах единиц не идентичны, поэтому стандартный размер в единицах одной системы после преобразования не всегда совпадает со стандартным размером в другой системе. Однако приемлемое преобразование стандартных размеров из одной системы в другую можно осуществлять, если применять соответствующие допуски в каждом конкретном случае.

5.2 Для определения соответствия данным техническим условиям наблюдаемое или подсчитанное значение должно быть округлено до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, описанным в ANSI/AWS A 1.1 «Руководство по использованию метрических единиц в Сварочной промышленности».

² Смотрите п. А3 (в Приложении) относительно дополнительной информации о приемке и испытаниях поставляемых материалов и ANSI/AWS A5.01 *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

³ Стандарты AWS можно получить по адресу: the American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, Florida 33135.

⁴ См. п. А4 (в Приложении) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

ТАБЛИЦА 1А⁽¹⁾
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА ДЛЯ
ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ И КОМПОЗИТНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ С СЕРДЕЧНИКОМ ИЗ
ФЛЮСА

Классификация Американского общества сварщиков (AWS) ⁽⁴⁾	Номер по UNS ⁽⁵⁾	Весовые проценты ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾										Другие элементы, всего
		C	Mn	Si	P	S	Fe	Ni ⁽⁶⁾	Mo	Cu ⁽⁷⁾	Al	
		Электроды для дуговой сварки металлическим покрытым электродом										
ENi-CI	W82001	2,0	2,5	4,0	...	0,03	8,0	85 мин.	...	2,5	1,0	1,0
Eni-CI-A	W82003	2,0	2,5	4,0	...	0,03	8,0	85 мин.	...	2,5	1,0-3,0	1,0
ENiFe-CI	W82002	2,0	2,5	4,0	...	0,03	Ост.	45-60	...	2,5	1,0	1,0
ENiFe-CI-A	W82004	2,0	2,5	4,0	...	0,03	Ост.	45-60	...	2,5	1,0-3,0	1,0
ENiFeMn-CI	W82006	2,0	10-14	1,0	...	0,03	Ост.	35-45	...	2,5	1,0	1,0
ENiCu-A	W84001	0,35-0,55	2,3	0,75	...	0,025	3,0-6,0	50-60	...	35-45	...	1,0
ENiCu-B	W84002	0,35-0,55	2,3	0,75	...	0,025	3,0-6,0	60-70	...	25-35	...	1,0

Электроды с сердечником из флюса для дуговой сварки

ENiFeT3-CI ⁽⁸⁾	W82032	2,0	3,0-5,0	1,0	...	0,03	Ост.	45-60	...	2,5	1,0	1,0

примечания на следующей странице

ТАБЛИЦА 1В⁽¹⁾
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ
ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS) ⁽⁵⁾	Номер по UNS ⁽⁵⁾	Весовые проценты ⁽⁵⁾											Другие элементы, всего
		C	Mn	Si	P	S	Fe	Ni	Mo	Cu	Al		
		Электроды для дуговой сварки металлическим покрытым электродом											
ESt	K01520	0,15	0,60	0,15	0,04	0,04	Ост.	...	...	...	...	...	

примечания на следующей странице

РАЗДЕЛ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

6. Обзор испытаний

Химический анализ состава присадочного металла или заготовки прутка, из которого делается присадочный металл, или электродной проволоки, или неразбавленного металла сварного шва, указанный в Таблице 2, является единственным испытанием, необходимым для классификации изделий по данным ТУ.

7. Повторное испытание

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, испытание повторяют дважды. Результаты обоих испытаний должны удовлетворять установленным требованиям. Образцы или пробы для повторных испытаний следует отбирать из первоначального или нового опытного узла. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

8. Опытный сварной узел

8.1 Требуется одна опытная сборка. Это наплавленная поверхность на Рис. 1 для химического анализа состава неразбавленного металла сварного шва, полученного с помощью покрытых электродов для дуговой сварки или композитных электродов с сердечником из флюса, кроме классификации ESt, для которой производится анализ сердечника.

8.2 Подготовка опытного сварного узла должна проводиться согласно п. 8.3 и Рис. 1. Основным металлом для сборки должен быть серый чугу́н, зернистый чугу́н или углеродистая сталь. Испытание должно проводиться как указано в пп. 9.2 и 9.3.

8.3 Наплавленная поверхность. Если в Таблице 2 требуется получить наплавленный слой, он должен быть подготовлен в соответствии с Рис. 1. Основной металл подходящего размера и типа, указанного в п. 8.2, должен использоваться в качестве основы для наплавленной поверхности. Поверхность металла основы, на которую наносится сварочный металл, должна быть чистой, наплавка должна навариваться

ТАБЛИЦА 1С
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ГОЛЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS) ⁽⁴⁾	Номер по UNS ⁽⁵⁾	Весовые проценты ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾												Другие элементы, всего
		C	Mn	Si	P	S	Fe	Ni ⁽⁶⁾	Mo	Cu ⁽⁷⁾	Mg	Al	Ce	
		Сварочные прутки для кислородно-газовой сварки чугуна												
RCI	F10090	3,2-3,5	0,60-0,75	2,7-3,0	0,50-0,75	0,10	Ост..	Следовое	Следовое	...	...	...	...	...
RCI-A	F10091	3,2-3,5	0,50-0,70	2,0-2,5	0,20-0,40	0,10	Ост..	1,2-1,6	0,25-0,45	...	...	...	...	...
RCI-B	F10092	3,2-4,0	0,10-0,40	3,2-3,8	0,05	0,015	Ост..	0,50	...	...	0,04-0,10	...	0,20	...

Электроды для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа

ERNi-CI	N02215	1,0	2,5	0,75	...	0,03	4,0	90 мин.	...	4,0	...	...	...	1,0
ERNiFeMn-CI	N02216	0,50	10-14	1,0	...	0,03	Ост..	35-45	...	2,5	...	1,0	...	1,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Электродная проволока, металл сварного шва или присадочный металл должны пройти анализ на содержание элементов, перечисленных в данной таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значение, указанное в последнем столбце данной таблицы – «Другие элементы, всего».
- (2) Единичные значения являются максимальными, если не указано другое.
- (3) «Ост.» - сокращение от «Остаток».
- (4) Присадочные металлы на основе меди, часто применяющиеся при пайке-сварке чугуна, исключены из данных ТУ. Информацию об этих материалах смотри в п.А7.6.
- (5) Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- (6) Никель плюс остаточный кобальт.
- (7) Медь плюс остаточное серебро.
- (8) Для электродов марки ENiFeT3-CI защитный газ не используется

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Химический анализ состава неразбавленного металла сварного шва из наплавленной поверхности ⁽¹⁾	Химический анализ состава присадочного металла ⁽¹⁾
ENi-CI	Требуется	Не требуется
ENi-CI-A	Требуется	Не требуется
ENiFe-CI	Требуется	Не требуется.
ENiFe-CI-A	Требуется	Не требуется
ENiFeMn-CI	Требуется	Не требуется
ENiCu-A	Требуется	Не требуется
ENiCu-B	Требуется	Не требуется
ENiFeT3-CI	Требуется	Не требуется.
RCI	Не требуется.	Требуется
RCI-A	Не требуется	Требуется
RCI-B	Не требуется.	Требуется
ERNi-CI	Не требуется	Требуется
ERNiFeMn-CI	Не требуется	Требуется
ESt	Не требуется.	Требуется ⁽²⁾

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) «Не требуется» означает, что данный тест проводить не нужно.
- (2) Требования по химическому составу для электродов марки ESt основаны на составе электродной проволоки без каких-либо флюсовых покрытий.

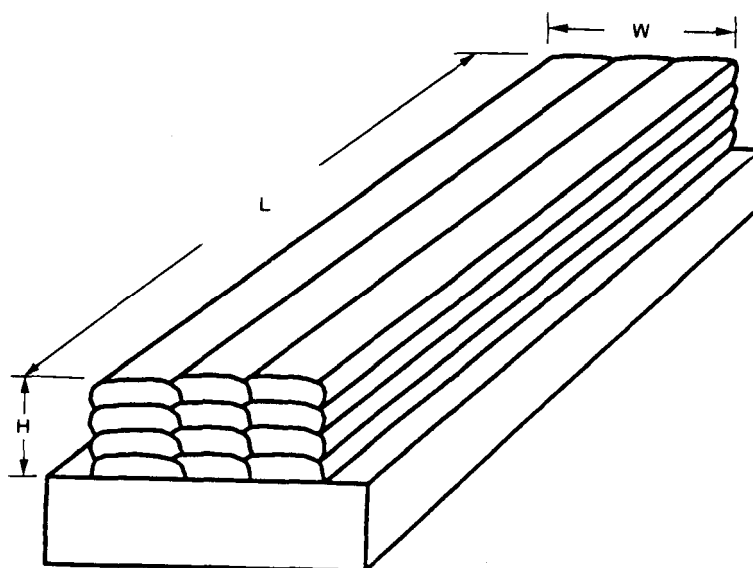
должна навариваться в плоской позиции с несколькими валиками и слоями для получения неразбавленного металла сварного шва. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F (16°C), а температура металла перед нанесением следующего слоя не должна превышать 300°F (150°C). Шлак следует удалять после каждого прохода. Слой можно подвергать закалке в воде после каждого прохода. Размеры готового слоя должны соответствовать Рис. 1. Для каждого размера электрода. Тестирование этой сборки должно проводиться, как указано в п. 9.2.

9. Химический анализ

9.1 Для цельных присадочных металлов, классифицированных в Таблице 1А, и электродной проволоки для электродов, классифицированной в Таблице 1В, должен быть подготовлен образец для химического анализа состава присадочного металла электродной проволоки или заготовки прутка, из которых они сделаны. Цельный присадочный металл, при анализе на наличие элементов, присутствующих в покрытии, (например, при омеднении) должен анализироваться без удаления покрытия. При анализе присадочного металла на элементы, отсутствующие в покрытии, оно должно быть удалено, в случае, если его наличие может повлиять на результаты анализа. Заготовка прутка, анализируемая на элементы, не содержащиеся в покрытии, может подвергаться анализу до нанесения такового.

9.2 Для электродов, указанных в Таблице 1А, образец должен подвергаться анализу в форме металла сварного шва, а не присадочного металла. Образец для анализа отбирают из металла сварного шва, полученного при помощи данного присадочного металла. Образец должен браться из.

РИС. 1. ПОВЕРХНОСТЬ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА



Дуговая сварка металлическим покрытым электродом			Дуговая сварка композиционными электродами с сердечником из флюса			
Диаметр электрода	Минимальная высота (H)	Минимальная длина (L)	Диаметр электрода	Минимальная высота (H)	Минимальная длина (L)	Минимальное количество слоев
1/8 дюйма (3,2 мм) и менее	1/2 дюйма (13 мм)	1-1/2 дюйма (38 мм)	.052 дюйма (1,3 мм) и менее	5/8 дюйма (16 мм)	3 дюйма (76 мм)	4
Более чем 1/8 дюйма (3,2 мм)	7/8 дюйма (22 мм)	2 дюйма (51 мм)	Более чем .052 дюйма (1,3 мм)	1 дюйма (25 мм)	4 дюйма (102 мм)	4

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Ширина (W) металла сварного шва должна быть достаточной для используемого метода анализа. Для электродов марки ENiFeT3-CI защитный газ не используется.

наплавленной поверхности, как показано на Рис. 1. Верхняя поверхность наплавки, описанная в п. 8.3 и показанная на Рис. 1, должна быть удалена, и образец для анализа должен быть взят из нижележащего металла подходящим механическим способом. Проба не должна содержать шлака.

Для покрытых электродов $\frac{1}{8}$ дюйма (3,2 мм) и менее и трубчатых электродов с сердечником из флюса 0,052 дюйма (1,3 мм) в диаметре и менее, образец должен браться, по крайней мере, с расстояния $\frac{7}{16}$ дюйма (11 мм) от ближайшей поверхности основного металла. Для покрытых электродов с диаметром более $\frac{1}{8}$ дюйма (3,2 мм) и трубчатых электродов с сердечником из флюса с диаметром более 0,052 дюйма (1,3 мм), образец должен браться, по крайней мере, с расстояния $\frac{9}{16}$ дюйма (14 мм) от этой поверхности.

9.3 Анализ образца должен проводиться подходящим аналитическим методом. Проверочным методом является один из следующих методов:

(a) ASTM E 39, Стандартные методы химического анализа никеля;

(b) ASTM E 76, Стандартная методика химического анализа состава медноникелевого сплава;

(c) ASTM E 350, Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа;

(d) ASTM E 351, Стандартная методика химического анализа состава чугуна – всех типов;

(e) ASTM E 353, Стандартные методы химического анализа нержавеющей термоустойчивой, мартенситостареющей сталей, и других аналогичных хромоникельжелезных сплавов;

(f) ASTM E 354, Стандартные методы химического анализа термоустойчивых электротехнических, магнитных и других аналогичных сплавов железа, никеля и кобальта.

9.4 Результаты анализа должны отвечать требованиям Таблицы 1 для классификации испытываемых присадочных металлов.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

10. Сварочные прутки

10.1 Метод изготовления. Материалы, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым методом, который обеспечит получение сварочных прутков, отвечающих требованиям данных технических условий.

10.2 Стандартные размеры и длины. Стандартные размеры присадочных прутков должны быть такими, как указано в Таблице 3.

10.3 Чистовая обработка и однородность. Все прутки должны иметь гладкую поверхность, свободную от расщепов, выбоин, царапин, окалины, складок, наплывов и других дефектов, могущих повлиять на характеристики сварки или свойства металла сварного шва.

⁵ Стандарты ASTM можно получить по адресу: the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

**ТАБЛИЦА 3
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ СВАРОЧНЫХ ПРУТКОВ⁽¹⁾**

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Размер, дюйм	Допуск на размер, дюйм	Длина, дюйм	Допуск на длину, дюйм
RCI	$\frac{1}{8}$ круглый	$\pm \frac{1}{32}$	18	$+\frac{1}{2}, -2$
	$\frac{1}{8}$ квадратный	$\pm \frac{1}{32}$	20	$+\frac{1}{4}, -2$
	$\frac{3}{16}, \frac{1}{4}, \frac{5}{16}, \frac{3}{8}, \frac{1}{2}$, круглый или квадратный	$\pm \frac{1}{32}$	24	$\pm \frac{1}{4}, -2$
RCI-A	$\frac{3}{16}, \frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{5}{16}, \frac{3}{8}, \frac{1}{2}$, круглый или квадратный	$\pm \frac{1}{32}$	24	$+\frac{1}{4}, -2$
RCI-B	$\frac{3}{16}, \frac{1}{4}, \frac{5}{16}, \frac{3}{8}, \frac{1}{2}$ круглый или квадратный	$\frac{1}{32}$	24	$+\frac{1}{4}, -2$

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Значения размеров и длин, отличные от указанных в таблице, должны быть согласованы между поставщиком и покупателем.

Эквиваленты системы СИ	
дюйм	мм
$\frac{1}{32}$ (0,031)	0,8
$\frac{1}{8}$ (0,125)	3,2
$\frac{5}{32}$ (0,156)	4,0
$\frac{3}{16}$ (0,188)	4,8
$\frac{1}{4}$ (0,250)	6,4
$\frac{5}{16}$ (0,313)	8,0
$\frac{3}{8}$ (0,375)	9,5
$\frac{1}{2}$ (0,500)	12,7
2	51
18	450
20	500
24	600

10.4 Стандартные формы упаковки.

Стандартными формами поставки являются прямые отрезки. Стандартные размеры упаковки не определены. Сварочные прутки должны быть упакованы в коробки с весом нетто 5, 10, 25, 30, 50, 60 или 100 фунтов (2,5; 4,5; 11, 14, 23, 27 или 45 кг). Другие массы упаковки должны согласовываться между поставщиком и покупателем.

10.5 Упаковка. Сварочные прутки должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

10.6 Маркировка упаковки

10.6.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчиво нанесена маркировка со следующей информацией об изделии (как минимум):

(a) Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);

(b) Наименование поставщика и торговая марка;

(c) Размер и масса нетто;

(d) Номер партии, контроля или плавки.

10.6.2 Маркировка перепаковки изделий, описанных в п. 10.6.1, остается на усмотрение производителя.

10.6.3 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки сварочных прутков, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ от пламени или раскаленного металла) может привести к повреждению глаз.

- Перед использованием прочтите и уясните инструкции изготовителя, требования по Технике безопасности для материала и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма.
 - Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Применяйте подходящие средства защиты глаз, ушей и тела.
- Смотрите американский национальный стандарт Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликованный Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, Florida 33135, и Стандарты OSHA по технике безопасности и охране труда, 29 CFR 1910, имеющиеся в Правительственной типографии, Washington, DC 20402

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ

11. Электроды для дуговой сварки металлическим покрытым электродом

11.1 Метод изготовления. Сварочные электроды, классифицированные в данных ТУ, могут изготавливаться любым методом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям Технических Условий.

11.2 Стандартные размеры и длины

11.2.1 Стандартные размеры (диаметр электродной проволоки) и длины для электродов указаны в Таблице 4.

11.2.2 Диаметр электродной проволоки не должен отличаться более, чем на $\pm 0,003$ дюйма (0,08 мм) от указанного диаметра. Длина не должна отличаться более, чем на $\pm 1/4$ дюйм ($\pm 6,4$ мм) от указанной.

11.3 Электродная проволока и покрытие

11.3.1 Электродная проволока и покрытие не должны иметь дефектов, которые могли бы повлиять на равномерность напыления электрода.

ТАБЛИЦА 4
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ ПОКРЫТЫХ
ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	Диаметр, дюйм	Допуск на размер, дюйм	Длина, дюйм	Допуск на длину, дюйм
ENi-CI	$3/32$	± 0.003	9, 12, и 14	$\pm 1/4$
ENi-CI-A				
ENiFe-CI		± 0.003	12 и 14	$\pm 1/4$
ENiFe-CI-A	$1/8, 5/32$			
ENiFeMn-CI	$3/16, 1/4$			
ESt				
ENiCu-A	$3/32, 1/8$	± 0.003	12 и 14	$\pm 1/4$
ENiCu-B	$5/32, 3/16$			

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Значения размеров и длин, отличные от указанных в таблице, должны быть согласованы между поставщиком и покупателем.

Эквиваленты системы СИ	
дюйм	мм
0.003	0.08
$3/32$	2.4
$1/8$	3.2
$5/32$	4.0
$3/16$	4.8
$1/4$	6.4
9	230
12	300
14	350

11.3.2 Электродная проволока и покрытие должны быть настолько концентричными, чтобы максимальный размер «проволока плюс один слой покрытия» не превышал его минимального значения более чем на:

(a) семь процентов от среднего размера при диаметрах $3/32$ дюйма (2,4 мм) и менее;

(b) пять процентов от среднего размера при диаметрах $1/8$ дюйма (3,2 мм) и $5/32$ дюйма (4,0 мм), и;

(c) четыре процента от среднего размера при диаметрах $3/16$ дюйма (4,8 мм) и более.

Концентричность может быть измерена любым подходящим способом

11.3.3 Покрытие электродов должно быть таким, чтобы оно не повреждалось при нормальном использовании.

11.4 Непокрытая часть электродной проволоки

11.4.1 быть оголен (покрытие должно отсутствовать) на длину не менее $1/2$ дюйма (12 мм) и не более чем на $1/4$ дюйма (32 мм) для электродов $5/32$ дюйма (4,0 мм) и менее, и не меньше чем на $3/4$ дюйма (19 мм) и не больше чем на $1 1/2$ дюйма (38 мм) для электродов $3/16$ дюйма (4,8 мм) и более, для обеспечения электрического контакта с держателем электродов.

11.4.2 Конец электрода, образующий дугу, должен быть в достаточной степени оголенным, а покрытие достаточно конусообразным для обеспечения формирования дуги. Длина оголенного конца (измеренная от конца электродной проволоки до того места, где имеется полное сечение покрытия) не должна превышать $\frac{1}{8}$ дюйма (3,2 мм) или диаметр электродной проволоки, смотря, что меньше. Электроды с задирами на оболочке возле дугового конца, оголяющими электродную проволоку не больше, чем наименьшее из двух значений $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм) либо два диаметра электродной проволоки, отвечают требованиям данных технических условий, обеспечивая покрытие более 50% окружности проволоки.

11.5 Маркировка электрода. Все электроды должны быть маркированы следующим образом:

11.5.1 По крайней мере, один оттиск с указанием классификации электрода должен быть нанесен на покрытие электрода в пределах отрезка длиной $2\frac{1}{2}$ дюйма (65 мм) со стороны зажимного конца электрода.

11.5.2 Цифры и буквы отпечатка должны быть выполнены прямым жирным шрифтом такого размера, чтобы обозначение легко читалось.

11.5.3 Используемая краска должна обеспечивать достаточную контрастность по отношению к поверхности покрытия электрода, чтобы цифры и буквы оставались разборчивыми до и после обычных сварочных операций.

11.5.4 Префикс «Е» в электродной классификации может быть опущен в надпечатке.

11.6 Упаковка

11.6.1 Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

11.6.2 Стандартный вес упаковки должен быть как указано в п. 10.4 или по договору между поставщиком и покупателем.

11.7 Маркировка упаковки

11.7.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчиво нанесена маркировка со следующей информацией об изделии (как минимум):

a. Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);

b. Наименование поставщика и торговая марка;

c. Размер и масса нетто;

d. Номер партии, контроля или плавки.

11.7.2 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку:

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию. **ДЫМ И ГАЗЫ** могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может привести к повреждению глаз и вызвать ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед работой прочтите и уясните инструкции изготовителя, паспорта безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма.
- Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Применяйте подходящие средства защиты глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- Смотрите американский национальный стандарт Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликованный Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, Florida 33135; и Стандарты OSHA по технике безопасности и охране труда, 29 CFR 1910, имеющиеся в Правительственной типографии. Washington, DC 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ

12. Электроды для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и электроды с сердечником из флюса для дуговой сварки

12.1 Метод изготовления. Присадочные металлы, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение изделий, отвечающих данным техническим условиям.

12.2 Стандартные размеры. Стандартные размеры для присадочных металлов при поставке в разных формах (бухты с бобинами, бухты без бобин, катушки и барабаны) показаны в Таблице 5.

12.3 Чистовая обработка и однородность

12.3.1 Все присадочные металлы должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют составляющие продольные соединения в электродах с сердечником из флюса) инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства наплавленного металла шва.

12.3.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть произведен из одной партии материала, и сварной шов, в процессе сварки, должен быть сделан таким образом, чтобы обеспечить равномерное непрерывное поступление присадочного металла на автоматическом и полуавтоматическом сварочном оборудовании.

12.3.3 Составляющие сердечника электродов с сердечником из флюса должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не ухудшать рабочие характеристики электрода и свойства наплавленного металла шва.

12.4 Стандартные формы упаковки

12.4.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры упаковки и веса для каждой формы поставки даны в Таблицах 6 и 7. Иные типы упаковки, размеры и вес должны оговариваться между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 5
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ
ЭЛЕКТРОДОМ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА И ЭЛЕКТРОДОВ С СЕРДЕЧНИКОМ ИЗ ФЛЮСА ДЛЯ
ДУГОВОЙ СВАРКИ

Стандартная форма упаковки	Стандартные размеры Диаметр			Допуск	
	дюйм	мм		дюйм	мм
Бухты с бобинами	...	,035	0,9		
Катушки	...	,045	1,1	±0,002	±0,051
	...	,052	1,3		
	$\frac{1}{16}$	,063	1,6		
Бухты без бобин,	$\frac{5}{64}$	0,078	2,0		
Бухты с бобинами,	$\frac{3}{32}$	0,094	2,4		
Катушки ,	$\frac{7}{64}$	0,109	2,8	±0,003	±0,076
Барабаны		,120	3,0		
Бухты с бобинами	$\frac{1}{8}$	0,125	3,2		
Барабаны	$\frac{5}{32}$	0,156	4,0	±0,004	±0,10

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Размеры и допуски, отличающиеся от указанных, могут поставляться по договору между продавцом и покупателем.

ТАБЛИЦА 6
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ДЛЯ БУХТ С БОБИНАМИ И БЕЗ БОБИН И БАРАБАНОВ

Бухты без бобин		Бухты с бобинами				Барабаны	
Внутренний диаметр бухты,		Внутренний диаметр облицовки		Ширина намотанного электрода, макс.		Внешний диаметр	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
12	300	12 ±	300 ±				
22 $\frac{1}{2}$	570	$\frac{1}{8}$	3,2	4 $\frac{5}{8}$	120	15 $\frac{1}{2}$	390
						20	510
						23	580

12.4.2 Конструкция облицовки в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и использовании. Бобины должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл.

12.4.3 Конструкция катушек (см. Рисунки 2 и 3) должна обеспечивать защиту присадочного металла от деформации при обычном обращении и использовании. Катушки должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять в чистоте присадочный металл (см. Рис. 1и 3).

12.5 Требования к намотке

12.5.1 Присадочный металл должен быть намотан без извистости, переклестов, волнистости, резких изгибов или провисания, таким образом, чтобы разматывание происходило беспрепятственно. Внешний конец присадочного металла (конец с которого начинается сварка) должен быть обозначен так, чтобы его было легко обнаружить и должен быть закреплен для предотвращения разматывания.

12.5.2 Укладка витков и наклон винтовой линии в бухтах, катушках и барабанах должны позволять непрерывную подачу присадочного металла на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

12.6 Маркировка присадочного металла

12.6.1 Информация о продукте и Технике безопасности, требуемая в п. 12.8 для нанесения на каждую упаковку, должна также наноситься на каждую бухту, катушку или барабан.

12.6.2 Бухты без бобин должны быть снабжены биркой, содержащей упомянутую информацию, надежно закрепленной на внутреннем конце бухты.

12.6.3 Информационная бирка должна быть надежно закреплена на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

12.6.4 Катушки должны содержать эту информацию на наружной стороне, по крайней мере, одного из фланцев.

12.6.5 Информационная бирка должна быть надежно закреплена на выступающей части каждого барабана.

12.7 Упаковка. Упаковка присадочного металла должна обеспечивать его защиту от повреждения при отгрузке и хранении в обычных условиях.

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС УПАКОВКИ⁽¹⁾

Тип упаковки	Размер упаковки		Вес нетто электрода ⁽²⁾	
	Внутренний диаметр			
	дюйм	мм	фунт	кг
Бухты без	12	300	50	23
бобин	22 1/2	570	100	45
Бухты с	12	300	50	27
бобинами			60	23
Катушки	12	300	25	11
	14	360	50	23
			60	27
Барабаны	30	760	600	273
	15 1/2	390	200	90
	20	510	500	230
	23	580	1100	500

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Другие значения размеров и массы подлежат согласованию между поставщиком и покупателем.

(2) Отклонение от массы не должно превышать $\pm 10\%$.

12.8 Маркировка упаковки

12.8.1 На каждой упаковке должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- (a) Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);
- (b) Наименование поставщика и торговая марка;
- (c) Размер и масса нетто;
- (d) Номер партии, контроля или плавки.

12.8.2 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

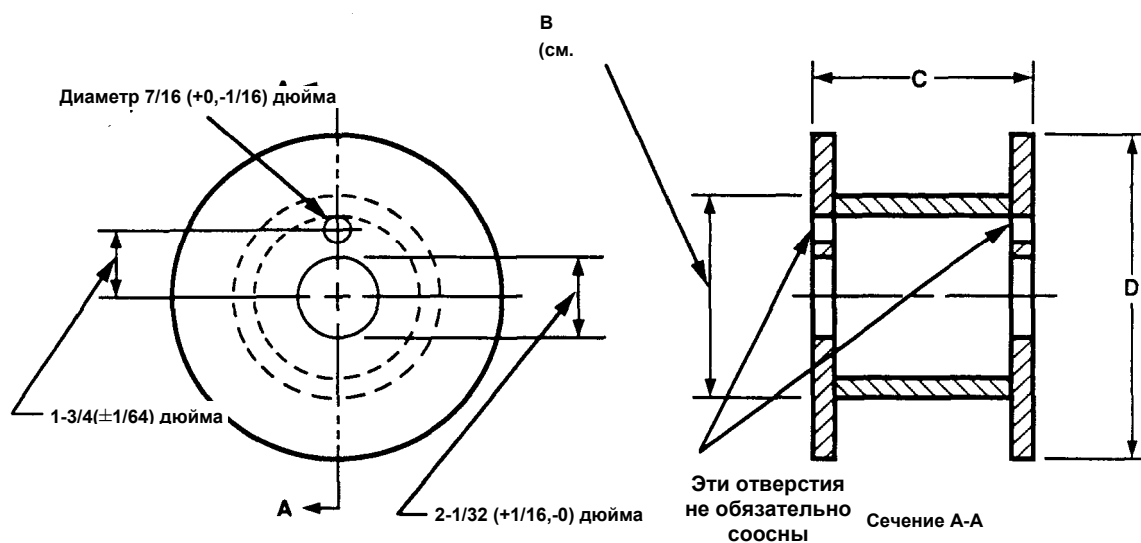
ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может привести к повреждению глаз и вызвать ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед работой прочтите и уясните инструкции изготовителя, паспорта безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма..
- Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой над дугой или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Применяйте подходящие средства защиты глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- Смотрите американский национальный стандарт Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликованный Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, Florida 33135; и Стандарты OSHA по технике безопасности и охране труда, 29 CFR 1910, имеющиеся в Правительственной типографии США. Washington, DC 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ИНФОРМАЦИЮ

РИС. 2 РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ 12- И 14-ДЮЙМОВЫХ (300 И 360 ММ) КАТУШЕК

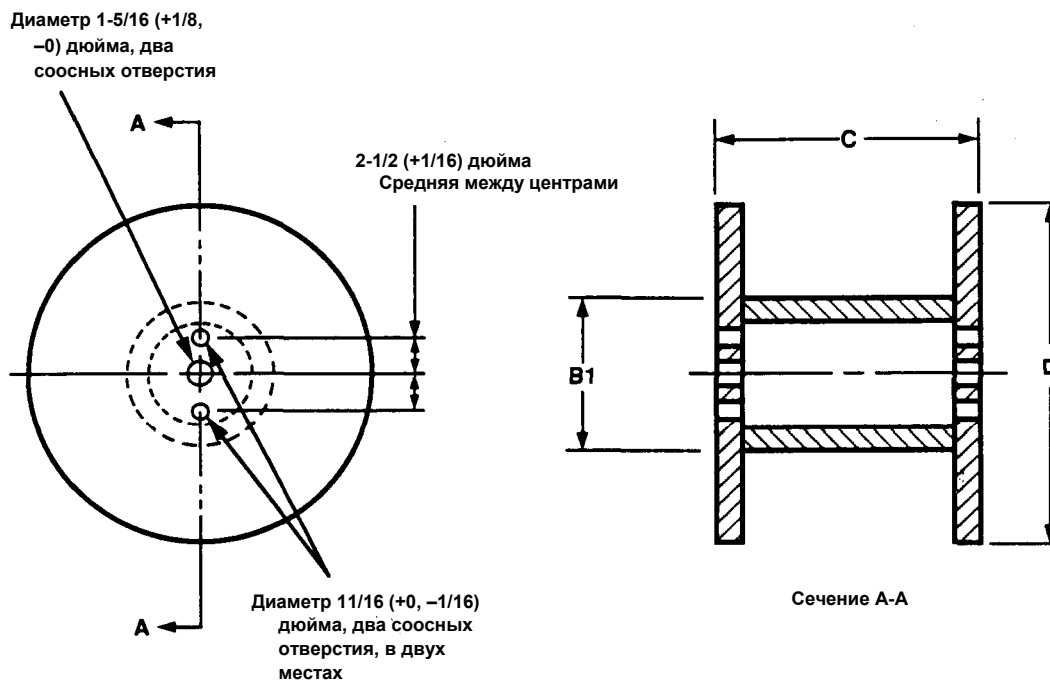


ПРИМЕЧАНИЕ: Размер В (наружный диаметр барабана) должен обеспечивать правильную подачу присадочного металла.

Размеры		
Размер катушки	C	D, макс.
дюйм	дюйм	дюйм
12	$4 \pm 1/16$	12
14	$4 \pm 1/16$	14

Эквиваленты системы СИ	
дюйм	мм
1/64 (.016)	0,4
1/32 (.031)	0,8
1/16 (.062)	1,6
7/16 (.438)	11,1
1/2 (.500)	13
3/4 (.750)	19,0
1	25,4
2	50,8
4	102
12	305
14	356

РИС 3 РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ 30-ДЮЙМОВЫХ (760 ММ) КАТУШЕК



ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Размер В (наружный диаметр барабана) должен обеспечивать правильную подачу присадочного металла.

Размеры		
Размер катушки	D	C, макс.
дюйм	дюйм	дюйм
30	$30 \pm 1/2$	$13 \pm 1/2$

Эквиваленты системы СИ		
дюйм		мм
1/16	(0.016)	0.4
1/8	(0.125)	3.2
5/16	(0.312)	7.9
1/2	(0.500)	12.7
11/16	(0.688)	17.5
1		25.4
2		50.8
13		330
30		762

Приложение

Руководство к Техническим условиям AWS A5.15-90 на электроды и присадочные прутки для сварки чугуна

A08 (Данное Приложение не является частью документа ANSI/AWS A5.15-90 (R2006), *Электроды и присадочные прутки для сварки чугуна. Технические условия*, а включено в него только для информации.⁶)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию с предполагаемым применением, чтобы технические условия использовались эффективно. Ссылка на соответствующие технические условия для основного металла дана там, где это возможно и может быть полезно. Такие ссылки предназначены служить только примером, а не полным перечнем материалов, для которых пригоден каждый из присадочных металлов.

A2. Система классификации

A2.1 Используемая в данных технических условиях система классификации электродов и сварочных прутков соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для присадочных металлов. Буква «E» в начале каждой классификации обозначает электрод, буквы «ER» в начале обозначения классификации показывают, что данную марку можно использовать как в качестве электрода, так и в качестве прутка, а буква «R» обозначает сварочный прут. Следующие буквы в обозначениях присадочных металлов зависят от химического состава присадочного металла или неразбавленного наплавленного металла. Так, NiFe – это железоникелевый сплав, NiCu – это медноникелевый сплав и т.д. Там, где различное содержание составляющих в присадочных металлах, принадлежащих к одному классу, приводит к необходимости введения более чем одного класса, такие классы идентифицируются при помощи букв «A» или «B», как в марках ENiCu-A и ENiCu-B.

A2.2 Для электродов с сердечником из флюса обозначение «T» указывает трубчатый электрод. Номер «3» указывает, что электрод используется в основном с защитным газом.

A2.3 Большинство классификаций в данных ТУ содержит обозначение «CI» после дефиса, обозначающее, что присадочный металл предназначен для сварки чугуна. Эти указатели введены, чтобы отличить рассматриваемые классы присадочных металлов от присадочных металлов из других ТУ, не предназначенных для сварки чугуна. Существует два исключения, ENiCu-A и ENiCu-B, применение которых началось до введения данного указателя, поэтому к их обозначениям буквы «CI» не добавлялись.

A2.4 Химические символы используются для всех классов присадочных металлов, кроме чугуна и мягкой стали, для которых химических символов не существует. Поэтому для них используются обозначения «CI» и «St». Суффиксы «A» и «B» используются для различения двух сплавов присадочных металлов типа чугуна от других классификаций прутков типа чугуна.

A3. Приемка

A3.1 Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту ANSI/AWS A5.01. «*Металлы присадочные. Руководство по поставке*», как оговорено в данном документе. Любые испытания материала, доставленного в соответствии с данными техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны быть четко указаны в заказе на покупку, в соответствии с положениями Американского национального института стандартов/Американского общества по сварке A5.01. В случае отсутствия каких-либо указаний такого рода в заказе на покупку, поставщик может отправить материал, прошедший любые испытания, которые обыкновенно проводятся для материала данного класса, как оговорено в перечне F, Таблица 1, ANSI/AWS A5.01. Испытание в соответствии с любой другой спецификацией в данной таблице должно быть специально оговорено в заказе покупателя. В таких случаях приемка отгруженного материала должна соответствовать данным требованиям.

A4. Сертификация

A4.1 Сам факт размещения обозначения технических условий AWS и классификационных обозначений на упаковке электродов или маркировка самого изделия представляет собой сертификацию поставщиком (или изготовителем) соответствия изделия требованиям данных технических условий.

A4.2 Единственным безоговорочным требованием данного свидетельства является то, что производитель произвел испытания, требуемые техническими условиями, на представительной выборке поставляемого материала, и этот материал отвечает требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данной классификации, имеющая одинаковый состав. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного

⁶ Для получения дополнительной информации см. AWS D11.2, «Руководство по сварке чугунных отливок».

конкретного поставленного материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. Основанием для аттестации, требуемой техническими условиями, является испытание класса вышеупомянутой предварительной выборки в соответствии с принятой изготовителем «Системой обеспечения качества» ANSI/AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

(a) Размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка).

(b) Число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в одном помещении.

(c) Скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при пайке материалов и технологий.

(d) Близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении.

(e) Вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка.

A5.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1, «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах», опубликованный Американским обществом сварщиков, подробно рассматривает вопросы вентиляции в процессе сварки и должен использоваться как справочный материал для получения конкретных сведений. Особое внимание следует уделить разделу, озаглавленному «Вентиляция в ограниченном пространстве».

A6. Сварочные процессы

A6.1 Процесс сварки для электродов

A6.1.1 Литьевую корку в зоне сварного шва следует удалить с помощью механической обработки, шлифования, скалывания или другими подходящими способами. При ремонте дефектов литья особое внимание следует уделять полному удалению перед сваркой всего дефектного металла до достижения качественного основного металла перед сваркой. С помощью подходящих растворителей должны быть смыты масла, грязь и все другие посторонние вещества. Если масла, смазка или растворитель пропитали отливку, необходимо нагревать область сварки до полного прекращения выделения испарений. При этой операции обычно достаточно температуры в 750°F (400°C). Если на отливке слишком много смазки, то следует применять импульсное нагревание поверхностей сварки до температуры приблизительно в 1000°F (540°C), при которой смазка должна перейти в газообразное состояние.

A6.1.2 Для сварных швов с V-образной разделкой кромок, скос кромок должен быть выполнен под углом от 60 до 80 градусов. Для основного металла большой толщины следует использовать U-образную разделку кромок с углом скоса 20-25 градусов и радиусом скругления от $\frac{3}{16}$ до $\frac{1}{2}$ дюймов, (4,8 - 13 мм).

A6.1.3 Сила тока сварки должна быть в пределах, рекомендованных поставщиком электродов, и иметь наименьшее значение, обеспечивающее стабильность процесса сварки, хороший контур валика и достаточный провар поверхности разделки. При сварке в позициях, отличных от нижней и горизонтальной, рекомендуемое значение силы тока должно быть уменьшено для вертикальной и потолочной сварки.

A6.1.4 Манипулирование электродом должно производиться таким образом, чтобы ширина валика сварного шва не превышала тройного диаметра используемого электрода. При необходимости заполнить большую полость, производится наплавление металла на боковые поверхности по направлению к центру ремонтируемой области.

A6.1.5 При непрерывной сварке за счет тепловой энергии от предыдущих проходов происходит небольшой предварительный прогрев или поддерживается температура предварительного прогрева. Использование предварительного прогрева не является обязательным, однако часто используется. В больших отливках иногда целесообразно использование прерывистой сварки для обеспечения более равномерного распределения температуры, при котором отливка остается теплой на ощупь.

A6.1.6 Твердость металла в зоне термического воздействия зависит от состава и скорости охлаждения основного металла. Увеличение скорости охлаждения при данном составе будет приводить к увеличению твердости в зоне термического воздействия. Таким образом, любые меры, предпринятые для уменьшения скорости охлаждения, такие как предварительный прогрев, или использование теплоизолирующих материалов в сочетании с прогревом, приводят к уменьшению твердости в зоне термического воздействия. Твердость металла сварного шва зависит в большой степени от наличия в нем примесей основного металла и может регулироваться в приемлемых пределах в процессе сварки. Металл однослойного сварного шва в значительной степени перемешанный с основным металлом может иметь твердость по Бринеллю 350 для электродов ENiFe-CI, ENiFe-CI-A и ESt, и в около 210 для электродов ENi-CI, ENi-CI-A и ENiCu-B.

Наплавленные валики сварного шва умеренной толщины, когда перемешивание уменьшено путем направления дуги в сварочную ванну, или верхние слои в многослойных сварных швах имеют более низкие значения твердости. Типичные диапазоны для механических свойств неразбавленного присадочного металла указаны в Таблице A1.

A6.1.7 Предварительный нагрев полезен для преодоления влияния разницы масс, возникающей при сварке металлов различной толщины. Использование предварительного нагрева при сварке герметичных соединений увеличивает стойкость к растрескиванию линии проплавления. Правильное применение предварительного нагрева при сварке чугуна позволяет достичь более равномерного охлаждения зоны сварки.

ТАБЛИЦА А1
ТИПИЧНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА

Электрод	Предел прочности на разрыв		Предел текучести при 0,2% смещении по оси деформации		Относительное удлинение в % на 2 дюймах	Твердость по Бринеллю (ВН)
	Тыс. фунт/кв. дюйм	МПа	Тыс. фунт/кв. дюйм	МПа		
RCI	20-25	138-172	...	...	...	150-210
RCI-A	35-40	241-276	...	...	...	225-290
RCI-B (As-welded)	80-90	552-621	70-75	483-517	3-5	220-310
RCI-B (Annealed)	50-60	345-414	40-45	276-310	5-15	150-200
ESi	...	...	...	...	...	250-400
ENi-CI	40-65	276-448	38-60	262-414	3-6	135-218
ENi-CI-A	40-65	276-448	38-60	262-414	3-6	135-218
ENiFe-CI	58-84	400-579	43-63	296-434	6-18	165-218
ENiFe-CI-A	58-84	400-579	43-63	296-434	4-12	165-218
ENiFeMn-CI	75-95	517-655	60-70	414-483	10-18	165-210
ENiFeT3-CI	65-80	448-552	40-55	276-379	12-20	150-165
ERNiFeMn-CI	75-100	517-689	65-80	448-552	15-35	165-210

A6.1.8 Проковка часто используется для снятия напряжения и уменьшения деформации. Проковку следует выполнять повторяющимися ударами умеренной силы, инструментом с круглым или игольчатым ударником с силой, достаточной для создания вмятин, но не допускающей разрушения. Проковку следует проводить при температуре металла не ниже 1000°F (540°C). Проковка не рекомендуется для концевых валиков или валиков, наплавленных на лицевой стороне шва.

A6.1.9 Для предотвращения растрескивания целесообразно при сварке крупных отливок применять шпильки, скрепляющие сварной шов с основным металлом ниже линии проплавления. Шпильки обычно имеют диаметр от $\frac{1}{4}$ до $\frac{5}{8}$ дюйма (6,4 до 16 мм), выступают на $\frac{3}{16}$ - $\frac{1}{4}$ дюйма (4,8 – 6,4 мм) над свариваемой поверхностью, и приворачиваются или запрессовываются на глубину, по крайней мере, равную их диаметру. Площадь поперечного сечения шпилек должна быть от 25 до 35% от площади поверхности сварного шва.

A6.2 Процесс сварки для прутков, классифицированных как RCI и RCI-A

A6.2.1 Отливка должна быть подготовлена как указано в п. A6.1.1.

A6.2.2 Отливки, свариваемые с V-образной разделкой кромок, должны иметь скос кромок с внутренним углом от 60 до 90 градусов. Расстояние между кромками в корневой части должно быть больше нуля, для облегчения выравнивания соединяемых элементов и чтобы расплавление не происходило по всей толщине.

A6.2.3 Далее отливка должна подвергаться предварительному нагреву целиком или локально в критических местах, если конструкция является замкнутой или жесткой. В идеале вся отливка подвергается нагреву до 800 – 1050°F (430 – 566°C), или для легированных отливок до 1250°F (677°C). Предварительный нагрев не только способствует выравниванию напряжений расширения и сжатия и

дает возможность обрабатывать полученный сварной шов, но и позволяет ускорить его изготовление. Такой предварительный нагрев должен осуществляться в угольной печи или тигле. В случае маленьких отливок предварительный нагрев может осуществляться сварочной горелкой.

A6.2.4 Для сварке чугуна предпочтительно применять нейтральную кислородно-газовую сварку. Однако некоторые специалисты рекомендуют в некоторых случаях использовать восстановительное пламя для предотвращения декарбонизации. Требуется применение флюса. Флюс предназначен для увеличения текучести железисто-силикатного шлака, образующегося в сварочной ванне.

A6.2.5 После того, как на канавку будут нанесены скошенные кромки и она будет очищена и отливка пройдет предварительный нагрев, газовая горелка направляется на область в 1 дюйм (25 мм) вокруг шва до покраснения всей области. Затем пламя направляется на дно канавки, удерживая конец конуса на расстоянии $\frac{1}{8}$ – $\frac{1}{4}$ дюйма (3,2 – 6,4 мм) от металла до образования сварочной ванны приблизительно 1 дюйм (25 мм) длиной. Пламя перемещают из стороны в сторону до тех, пор, пока поверхности кромок не начнут плавиться в сварную ванну. Пламя направляется на пруток, и добавляют присадочный металл в сварочную ванну. Поверхности кромок расплавляются перед продвигающейся ванной. Толщина каждого слоя металла сварного шва не должна превышать $\frac{3}{8}$ дюйма (9,5 мм).

A6.2.6 Для жестких конструкций, требующих значительной механической обработки, целесообразно осуществлять снятие напряжения после сварки при температуре предварительного нагрева. В любом случае необходимо обеспечить медленное охлаждение отливки в печи или с помощью теплоизолирующего материала, например сухого песка.

A6.3 Процесс сварки для прутков RCI-B

A6.3.1 Подготовка отливок для сварки аналогична описанному в пп. A6.2.1 и A6.2.2. Предварительный нагрев должен быть однородным.

A6.3.2 Применение сварочных прутков RCI-B аналогично описанному для других присадочных металлов RCI. Зона сварного шва может выдерживать более высокие остаточные напряжения без растрескивания. Однако рекомендуется осуществлять медленное охлаждение для предотвращения трещин от напряжения в основном металле. Также рекомендуется осуществлять равномерный предварительный нагрев отливок до 1600°F (870°C) для уменьшения остаточного напряжения, и обеспечивать медленное охлаждение в печи или с помощью теплоизолирующего материала, например сухого песка. После такой обработки отливка выдержит значительное тепловое расширение и может подвергаться интенсивной механической обработке.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов и прутков для сварки чугуна

Ниже описаны возможные применения сварочных прутков и сварочных электродов в соединении с различными типами чугуна. Данные описания являются приблизительными и могут изменяться в зависимости от опыта сварщика и информации от производителя. Здесь описано только применение прутков при кислородно-газовой сварке и электродов, предназначенных для дуговой сварки металлическим покрытым электродом, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа или дуговой сварки композитным электродом, с флюсовой серединой. Это, однако, не мешает конечному пользователю использовать данные присадочные металлы в других процессах, для которых они могут дать хорошие результаты.

A7.1 Сварочные прутки для чугуна

A7.1.1 Классификация RCI (чугун)

A7.1.1.1 Обычные поддающиеся механической обработке отливки из серого чугуна имеют пределы прочности на разрыв от 20 до 40 тыс. фунтов/кв. дюйм (140 – 280 МПа) и твердость по Бринеллю от 150 до 250. Применение сварочных прутков из серого чугуна для кислородно-газовой сварки позволяет получить поддающийся механической обработке металл сварного шва того же цвета, состава и структуры, что и основной металл. При правильном изготовлении сварной шов может иметь ту же прочность, что и исходная отливка. См. Таблицу A1.

A7.1.1.2 Сварочные прутки RCI используются для наполнения или наращивания новых или изношенных отливок, а также для их изготовления, утилизации и ремонта.

A7.1.2 Классификация RCI-A (чугун)

A7.1.2.1 Этот чугунный сварочный пруток содержит небольшие количества молибдена и никеля, что дает немного более высокую температуру плавления по сравнению с обычными чугунными сварочными прутками, марки RCI. Жидкий металл сварного шва обладает большей текучестью. Сварка может производиться быстрее.

A7.1.2.2 Сварочный пруток RCI-A (с твердостью металла сварного шва 230 по Бринеллю) может использоваться при сварке легированного чугуна, и требуется повышенная прочность при

растяжении и мелкозернистая структура. Металл сварного шва считается поддающимся механической обработке.

A7.1.3 Классификация RCI-B (зернистый чугун). Эти сварочные прутки из зернистого чугуна (пластичного) подходят для создания прочного металла сварного шва при сварке отливок из высокопрочного серого чугуна, ковкого чугуна и зернистого чугуна кислородно-газовым пламенем. При оптимальных условиях сварной шов имеет предел прочности на разрыв 60 000 фунт/кв. дюйм (410 МПа) минимум; Предел текучести 45 000 фунт/кв. дюйм (310 МПа) минимум; относительное удлинение от 5 до 15% и максимальную твердость по Бринеллю в 200. Эти механические свойства объясняются тем, что большая часть содержащегося в металле сварного шва графита имеет шаровидную форму, что ведет к пластичности и механической обрабатываемости сварного шва. Совпадение цвета с основным металлом обычно хорошее.

A7.2 Электроды на основе никеля для дуговой сварки чугуна металлическим покрытым электродом. Дуговая сварка покрытыми электродами на основе никеля широко используется для сварки чугуна. Металл сварного шва, даже без предварительного нагрева, обычно может подвергаться механической обработке (зона термического влияния может быть необработываемой). Сварка достаточно быстрая, по сравнению с кислородно-газовой сваркой. И хотя данные ТУ требуют сварки только в плоской позиции, некоторые электроды могут использоваться и в других позициях. Характеристики растяжения электродов на основе никеля для дуговой сварки металлическим покрытым электродом, классифицированных в данных ТУ, не указаны. Предел прочности на разрыв и предел текучести могут сильно отличаться в зависимости от изготовителя, как показано в Таблице A1. Следует проконсультироваться у поставщика или изготовителя присадочного металла по поводу рекомендаций к продукту.

A7.2.1 Классификация ENi-CI (Никель).

Эти электроды могут применяться для соединения обычного серого чугуна с таким же чугуном или с другими черными или цветными металлами и для восстановления и ремонта отливок. Удовлетворительное качество сварных швов может быть получено на маленьких и средних отливках, в которых послесварочные напряжения не велики или содержание фосфора в железе не высокое. Из-за более низкой прочности и пластичности, по сравнению с маркой ENiFe-CI, эти электроды должны использоваться только в тех задачах, где требуется максимальная обрабатываемость присадочного металла с большой примесью основного. В других случаях предпочтительнее использовать марку ENiFe-CI. Марка ENi-CI может так же использоваться для ковкого или пластичного чугуна.

A7.2.2 Классификация ENi-CI-A (Никель).

Марка ENi-CI-A часто используется вместо ENi-CI. Покрытие электродов ENi-CI содержит больше алюминия для улучшения эксплуатационных характеристик, таких как шлаковая защита и текучесть. Однако алюминий переходит в состав сплава металла сварного шва и может повлиять на его пластичность.

A7.2.3 Классификация ENiFe-CI (Никель-железо). Эта марка может использоваться для исправления сварных швов и для соединения деталей из различных типов чугуна, включая зернистый

чугун, и для сварки их со сталью и некоторыми цветными металлами. Отливки, содержащие фосфор в количествах, больших, чем нормальные (приблизительно 0,20% фосфора), легче поддаются сварке этими электродами, чем электродами ENi-CI. Опыт показывает, что удовлетворительное качество сварного шва может быть получено на толстых конструкциях, находящихся в ограничительных условиях, и на высокопрочные и конструкционные марки чугуна.

A7.2.4 Классификация ENiFe-CI-A (Никель-железо). Марка ENiFe-CI-A часто используется вместо ENiFe-CI. Покрытие электродов ENiFe-CI содержит больше алюминия для улучшения эксплуатационных характеристик, таких как шлаковая защита и текучесть. Однако алюминий переходит в состав сплава металла сварного шва и может повлиять на его пластичность.

A7.2.5 Классификация ENiFeMn-CI (Никель-железо-марганец). Эти электроды содержат добавку 12% марганца к железоникелевому сплаву, что улучшает текучесть расплавленного металла и несколько повышает трещиностойкость металла сварного шва. Марганец так же увеличивает предел прочности на разрыв и улучшает пластичность, что обеспечивает характеристики, более близкие к характеристикам пластичных марок зернистого чугуна, чем те, которые получаются при использовании электродов ENiFe-CI. Электроды ENiFeMn-CI также используются для наплавления поверхности с целью улучшения износостойкости или для наращивания.

A7.2.6 Классификации ENiCu-A и ENiCu-B (Медноникелевые). Эти электроды используются в тех же приложениях, что и электроды ENiFe-CI, ENiFe-CI-A и ENiFeMn-CI. Они применяются для получения швов с малой глубиной провара, когда сильное смешивание с основным металлом может привести к образованию трещин.

A7.3 Классификация ESt (Сталь) для дуговой сварки чугуна металлическим покрытым электродом

A7.3.1 Эти покрытые электроды для любых позиций сварки разработаны специально для сварки чугуна. Они имеют низкоплавкое покрытие, и отличаются от обычных электродов из малоуглеродистой стали, включенных в Стандарт ANSI/AWS A5.1, *Технические условия на покрытые электроды из углеродистой стали для дуговой сварки*. Металл сварного шва от этих электродов плохо поддается механической обработке.

A7.3.2 Поскольку практически невозможно предотвратить формирование зон и слоев затвердения в металле сварного шва из-за смешивания с основным металлом, этот тип электродов используется для починки небольших поверхностных раковин и трещин, а так же иногда для ремонта отливок, которые не требуют механической обработки после сварки. Поскольку усадка стали больше, чем у чугуна, при охлаждении шва возникают сильные напряжения. Остаточные напряжения могут быть достаточно сильными для появления трещин.

A7.3.3 Предварительный нагрев применяется только при необходимости предотвратить

чрезмерное напряжение в других частях отливки. ESt электроды в основном используются при небольших токах, чтобы свести к минимуму смешивание с основным металлом в зоне плавления, приводящее к растрескиванию сварного шва и основного металла. Обычные рекомендуемые токи от 60 до 95 А для диаметров $\frac{3}{32}$ дюйма (2,4 мм), от 80 до 110 А для диаметров $\frac{1}{8}$ дюйма (3,2 мм) и от 110 до 150 А для диаметров $\frac{5}{32}$ дюйма (4,0 мм), используя постоянный ток (электрод положительный) или переменный ток. Валики должны быть короткими и широко разделенными для распределения тепла, и каждый валик должен быть слегка прокован. Количество шлака незначительно, однако он очень щелочной. Остаточный шлак следует полностью удалять, если зона сварного шва будет краситься.

A7.4 Присадочный металл на основе никеля для дуговой сварки чугуна металлическим электродом в среде защитного газа. В данных ТУ описаны только классификации ERNiFeMn-CI и ERNi-CI для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа. Требования к пруткам для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и других методов сварки не включены. Поскольку эти присадочные металлы могут использоваться в качестве прутков, то они имеют обозначение «ER».

A7.4.1 Классификация ERNiFeMn-CI (Никель-железо-марганец). Эти цельные голые электроды могут использоваться для тех же целей, что и ENiFeMn-CI покрытые электроды для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Уровень прочности и пластичности этих марок электродов позволяет использовать их для сварки отливок из пластичных марок зернистого чугуна.

A7.4.2 Классификация ERNi-CI (Никель). Эти цельные непокрытые электроды сделаны из чистого никеля (содержание 99%) и не содержат раскислителей. Электроды используются для сварки чугунных отливок при необходимости механической обработки металла сварного шва с большим содержанием основного металла.

A7.4.3 Защитные газы. Следует использовать защитные газы, рекомендованные изготовителем.

A7.5 Присадочный металл на основе никеля для дуговой сварки чугуна композитным электродом с сердечником из флюса. Марка ENiFeT3-CI (железоникелевый электрод) – это трубчатый электрод с сердечником из флюса для сварки без применения защитных газов. По этой причине их часто называют самоэкранирующимися электродами с сердечником из флюса, хотя они так же могут использоваться и с защитным газом, если это рекомендовано изготовителем. Состав данной классификации похож на состав электрода ENiFe-CI, за исключением более высокого содержания марганца. Они могут использоваться для тех же целей, что и электроды ENiFe-CI. Обычно их используют для сварки толстого основного металла или в автоматических процессах. Эти электроды содержат 3–5% марганца с целью повышения стойкости металла сварного шва к растрескиванию и для улучшения характеристик прочности и пластичности металла сварного шва.

ТАБЛИЦА A2
СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ НА ОСНОВЕ
МЕДИ ИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ AWS,
ПОДХОДЯЩИЕ ДЛЯ СВАРКИ ЧУГУНА

Классификация	Тип	Технические условия
Литые присадочные металлы (кислородно-газовая сварка)		
RBCuZn-A	Морская латунь	A5.27
RCuZn-B	Малодымящая латунь[CNi]]	A5.27
RCuZn-C	Малодымящая латунь	A5.27
RBCuZn-D	Никелевая латунь	A5.27
Покрытые электроды (дуговая сварка металлическим покрытым электродом)		
ECuSn-A	Фосфористая бронза	A5.6
ECuSn-C	Медь-олово	A5.6
ECuAl-A2	Медь-алюминий	A5.6

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) ANSI/AWS A5.6, Технические условия для покрытых электродов из меди и медных сплавов для дуговой сварки.
- (b) ANSI/AWS A5.27, Технические условия для прутков из меди и медных сплавов для кислородно-газовой сварки.

A7.6 В дополнение к электродам и пруткам, классифицированным в данных ТУ, большое количество сварочных прутков на основе меди используется для пайки-сварки чугуна. Более низкие температуры, требующиеся для наплавления таких присадочных металлов и их обычно более низкая прочность и высокая пластичность часто являются преимуществами при сварке чугунов. Сварочные электроды и прутки на основе меди классифицируются по другим ТУ и описаны в Таблице A2 для справки.

A8. Послесварочная термообработка

Послесварочная термическая обработка также может использоваться для повышения способности к обработке зоны термического воздействия, прилегающей к металлу сварного шва. Для достижения желаемого качества иногда используется отпуск валиков. Эти валики, состоящие целиком из присадочного металла и предыдущего валика, выполняются таким образом, чтобы погонная энергия при сварке обеспечивала отпуск мартенсита, содержащегося в предыдущем валике.

СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И ПРИСАДОЧНЫЕ ПРУТКИ ИЗ ТИТАНА И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.16/SFA-5.16M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.16/A5.16M:2007. В случае расхождения применяется оригинальный текст AWS.)

1 Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования для классификации сварочных электродов и присадочных прутков из титана и титановых сплавов для газодуговой сварки вольфрамовым и металлическим электродами и плазменной сварки.

1.2 Вопросы техники безопасности и охраны труда выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Некоторая информация о технике безопасности и охране труда содержится в пунктах A5 и A10 информативного приложения. Информация по технике безопасности и охране труда может быть получена из других источников, которые включают (помимо прочего) ANSI Z49.1 «Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах» и действующие федеральные и государственные стандарты.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Значения в этих единицах не являются строго эквивалентными; поэтому каждая система должна использоваться независимо от другой, при этом какое-либо комбинирование данных систем при описании свойств присадочных металлов не допускается. В технических условиях с обозначением A5.16 используются стандартные единицы США. В технических условиях с обозначением A5.16M используются единицы СИ. Последние указываются в квадратных скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и на рисунках. Для задания размеров присадочных металлов или упаковки или для того и другого по Техническим условиям A5.16 или A5.16M можно использовать стандартные размеры, выраженные в единицах любой из систем измерения.

2 Ссылки на нормативные документы

Нижеперечисленные стандарты содержат положения, которые, посредством ссылки в настоящем тексте, составляют основные положения настоящего стандарта AWS. Для недатированных ссылок следует применять самое последнее издание ссылочного стандарта. На датированные ссылки дальнейшие поправки или изменения положения данных изданий не распространяются.

2.1 Стандарт Американского национального института стандартов (ANSI):¹

(1) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*

2.2 Стандарт Американского общества сварщиков (AWS):²

(1) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*

2.3 Стандарт Американского общества по испытаниям и материалам (ASTM):³

(1) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

2.4 Стандарт Международной организации стандартизации (ISO):⁴

(a) ISO 544, *Присадочные материалы – Технические условия поставки присадочных материалов для сварочных работ – Тип изделия, размеры, допуски и маркировка.*

3 Классификация

3.1 Сварочные материалы, описанные в настоящих Технических условиях A5.16/A5.16M, классифицируются с использованием системы, независимой от американской общепринятой системы единиц и от Международной системы единиц СИ. Классификация согласуется с химическим составом, как указано в таблице 1.

3.2 Материалы, классифицированные по одной классификации, не должны классифицироваться по какой-либо другой классификации Технических условий, кроме случаев, когда представленный химический состав отвечает узкому диапазону перекрытия между соответствующими марками.

¹ Стандарт ANSI Z49.1 опубликован Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Стандарты ASTM опубликованы Американским обществом по испытаниям и материалам (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

⁴ Стандарты ISO изданы Международной организацией стандартизации, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

ТАБЛИЦА 1 ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ ТИТАНА И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Классификация AWS		Номер по UNS ^a		Весовые проценты ^{a, b, c, d}										Другие элементы		Количество
C	O	N	H	Fe	Al	V	Pd	Ru	Ni							
ERTi-1	R50100	0,03	0,03–0,10	0,012	0,005	0,08	—	—	—	—	—	—	—			
ERTi-2	R50120	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,12	—	—	—	—	—	—	—			
ERTi-3	R50125	0,03	0,13–0,20	0,02	0,008	0,16	—	—	—	—	—	—	—			
ERTi-4	R50130	0,03	0,18–0,32	0,025	0,008	0,25	—	—	—	—	—	—	—			
ERTi-5	R56400	0,05	0,12–0,20	0,03	0,015	0,22	5,5–6,7	3,5–4,5	—	—	—	—	—			
ERTi-7	R52401	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,12	0,12–0,25	—	—	—	—	—	—			
ERTi-9 ^f	R56321	0,03	0,06–0,12	0,012	0,005	0,20	—	—	—	—	—	—	—			
ERTi-11	R52251	0,03	0,03–0,10	0,012	0,005	0,08	0,12–0,25	—	—	—	—	—	—			
ERTi-12	R53401	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,15	—	—	0,6–0,9	Молибден	—	—	0,2–0,4			
ERTi-13	R53423	0,03	0,03–0,10	0,012	0,005	0,08	—	0,04–0,06	0,4–0,6	—	—	—	—			
ERTi-14	R53424	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,12	—	—	—	—	—	—	—			
ERTi-15A	R53416	0,03	0,13–0,20	0,02	0,008	0,16	—	0,04–0,06	0,4–0,6	—	—	—	—			
ERTi-16	R52403	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,12	0,04–0,08	—	—	—	—	—	—			
ERTi-17	R52253	0,03	0,03–0,10	0,012	0,005	0,08	0,04–0,08	—	—	—	—	—	—			
ERTi-18	R56326	0,03	0,06–0,12	0,012	0,005	0,20	0,04–0,08	—	—	—	—	—	—			
ERTi-19	R58641	0,03	0,06–0,10	0,015	0,015	0,20	—	—	—	—	—	Молибден	3,5–4,5			
												Хром	5,5–6,5			
ERTi-20	R58646	0,03	0,06–0,10	0,015	0,015	0,20	0,04–0,08	—	—	—	—	Молибден	3,5–4,5			
												Цирконий	3,5–4,5			
ERTi-21	R58211	0,03	0,10–0,15	0,012	0,005	0,20–0,40	—	—	—	—	—	Цирконий	3,5–4,5			
												Молибден	14,0–16,0			
ERTi-23	R56408	0,03	0,03–0,11	0,012	0,005	0,20	—	—	—	—	—	Ниобий	2,2–3,2			
ERTi-24	R56415	0,05	0,12–0,20	0,03	0,015	0,22	0,04–0,08	—	—	—	—	Кремний	0,15–0,25			
													—			
ERTi-25	R56413	0,05	0,12–0,20	0,03	0,015	0,22	0,04–0,08	—	—	—	—	—	—			
ERTi-26	R52405	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,12	—	0,08–0,14	0,3–0,8	—	—	—	—			
ERTi-27	R52255	0,03	0,03–0,10	0,012	0,005	0,08	—	0,08–0,14	—	—	—	—	—			
ERTi-28	R56324	0,03	0,06–0,12	0,012	0,005	0,20	—	0,08–0,14	—	—	—	—	—			
ERTi-29	R56414	0,03	0,03–0,11	0,012	0,005	0,20	—	0,08–0,14	—	—	—	—	—			
ERTi-30	R53531	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,12	0,04–0,08	—	—	—	—	Кобальт	0,20–0,80			
													—			
ERTi-31	R53533	0,03	0,13–0,20	0,02	0,008	0,16	—	—	—	—	—	Кобальт	0,20–0,80			
ERTi-32	R55112	0,03	0,05–0,10	0,012	0,008	0,20	—	—	—	—	—	Молибден	0,6–1,2			
												Кремний	0,06–0,14			
												Цирконий	0,6–1,4			
ERTi-33	R53443	0,03	0,08–0,16	0,015	0,008	0,12	—	—	—	—	—	Олово	0,6–1,4			
ERTi-34	R53444	0,03	0,13–0,20	0,02	0,008	0,16	—	0,02–0,04	0,35–0,55	—	—	Хром	0,1–0,2			
ERTi-36	R58451	0,03	0,06–0,12	0,02	0,0035	0,03	—	0,02–0,04	0,35–0,55	—	—	Хром	0,1–0,2			
								—	—	—	—	Ниобий	42,0–47,0			

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Содержание титана определяется по остатку.
- Единственное значение соответствует максимальному.
- Анализ Fe и внедренных элементов C, O, H и N выполняется на образцах присадочного металла, отобранных после обработки присадочного металла до конечного диаметра и завершения прочей обработки. Анализ остальных элементов может проводиться на этих же образцах или на образцах, отобранных из слитков и заготовок, использованных для изготовления присадочного металла. В спорных случаях арбитражным методом является отбор образцов из готового присадочного металла.
- Содержание любого специально добавленного элемента (O, Fe, N или C) должно быть измерено и записано. Суммарное содержание остаточных элементов не должно превышать 0,20 %. Содержание каждого элемента в отдельности не должно превышать 0,05 %, за исключением иттрия, содержание которого не должно превышать 0,005 %. Содержание остальных элементов приводить необязательно, если нет специальных требований заказчика. Остаточным элементом является любой элемент, присутствующий в металле в малых количествах, которые являются неотъемлемой частью пористых добавок или добавок лома, но не добавляемых преднамеренно. В титане к этим элементам, среди прочих, относятся алюминий, ванадий, олово, хром, молибден, ниобий, цирконий, гафний, висмут, рутений, палладий, иттрий, медь, кремний и кобальт.
- SAE HS-1086/ASTM DS-56, *Металлы и сплавы в Единой системе числового обозначения*.
- ERTi-9 теперь соответствует нижним промежуточным уровням предыдущей классификации ERTi-9E1 (AWS A5.16/A5.16M:2004).

Электрод или прутки могут классифицироваться по A5.16 и A5.16M в целях обеспечения его соответствия требованиям обоих технических условий.

3.3 Классифицированные по настоящим техническим условиям присадочные металлы предназначены для процессов газодуговой сварки вольфрамовым и металлическим электродами и плазменной сварки, однако не запрещается использовать их в каком-либо другом процессе, считающимся пригодным для этого.

4 Приемка

Приемка⁵ электрода должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5 Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁶

6 Правила округления

Чтобы определить соответствие настоящим техническим условиям, измеренное или расчетное значение следует округлить до «ближайшей единицы» в последнем правом разряде чисел, используемых для выражения предельного значения в соответствии с методом округления, приведенным в стандарте ASTM E29.

7 Обзор испытаний

Химический анализ состава присадочного металла или прутковой заготовки, из которой получен присадочный металл, является единственным испытанием, требуемым для классификации изделия согласно настоящим техническим условиям.

8 Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Материал для повторного испытания может быть отобран из исходного или из нового образца. Повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не отвечают требованиям, испытываемые материалы должны быть признаны не отвечающими требованиям настоящих технических условий для этой классификации.

⁵ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в пункте A3 (Приложение A) и в стандарте AWS A5.01.

⁶ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в пункте A4 (Приложение A).

Если во время подготовки или после завершения какого-либо испытания точно установлено, что не были соблюдены указанные или надлежащие процедуры по подготовке образцов для испытания или по проведению испытания, то испытание следует считать недействительным, не принимая во внимание, завершено испытание фактически полностью или нет и отвечают результаты испытания требованиям или нет. Такое испытание должно быть проведено повторно, с соблюдением всех установленных требований. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9 Химический анализ

9.1 Образец присадочного металла или заготовки, из которой он был изготовлен, должен быть подготовлен для химического анализа, за исключением предусмотренного в Таблице 1, примечание с.

9.2 Образец следует анализировать при помощи принятых аналитических методов.

9.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям, приведенным в таблице 1 для соответствующего класса присадочного металла.

10 Метод изготовления

Сварочные электроды и присадочные прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

11 Стандартные размеры и длины

11.1 Стандартные размеры электродов и прутков в различных формах упаковки (прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки) указаны в таблице 2.

12 Отделка и однородность

12.1 Все электроды и прутки должны иметь гладкую поверхность без расщепов, выбоин, царапин, окалины, швов, нахлестов и инородных включений, которые неблагоприятно влияют на сварочные характеристики, эксплуатацию сварочного оборудования или свойства металла сварного шва.

12.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из материала одной плавки или партии, а сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

13 Стандартные формы упаковки

13.1 Стандартными являются следующие формы упаковки: прямые отрезки, бухты с бобиной, бухты без бобины и катушки. Размер и вес для каждой стандартной упаковки даны в Таблице 3. Упаковочные формы, размеры и веса, отличные от приведенных, должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНА

Стандартные формы упаковки	Диаметр			Допуск	
	дюйм	Десятичные значения, дюйм ^a	мм	дюйм	мм
Прямые отрезки ^b Бухты без бобин Бухты с бобинами	¹ / ₁₆	0,062	1,6	±0,002	+0,01, -0,04
		0,079	2,0	±0,002	+0,01, -0,04
	³ / ₃₂	0,094	2,4	±0,002	+0,01, -0,04
		0,098	2,5	±0,002	+0,01, -0,04
	¹ / ₈	0,125	3,2	±0,002	+0,01, -0,07
	⁵ / ₃₂	0,156	4,0	±0,002	+0,01, -0,07
	³ / ₁₆	0,188	4,8 ^c	±0,002	+0,01, -0,07
Катушки		0,197	5,0	±0,002	+0,01, -0,07
		0,020	0,5 ^c	+0,001, -0,002	+0,01, -0,03
		0,030	0,8	+0,001, -0,002	+0,01, -0,03
		0,035	0,9	+0,001, -0,002	+0,01, -0,04
		0,039	1,0	+0,001, -0,002	+0,01, -0,04
		0,045	—	+0,001, -0,002	—
		0,047	1,2	+0,001, -0,002	+0,01, -0,04
	¹ / ₁₆	0,062	1,6	±0,002	+0,01, -0,04

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Размеры, допуски и формы упаковки (для круглого присадочного металла), отличающиеся от тех, которые приведены в таблице, должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Десятичное значение дюйма – это точное (с соответствующим округлением) десятичное значение для дробных значений в дюймах.
- Длина должна быть 36 дюймов ± ¹/₄ дюйма [915 мм ± 6 мм].
- Не показан в виде стандартного метрического размера в ISO 544.

ТАБЛИЦА 3
СТАНДАРТНЫЕ УПАКОВКА, РАЗМЕРЫ И ВЕС

Форма упаковки	Номинальный вес нетто	
	фунт	кг
Прямые отрезки	5	2,5
	10	5
	25	10
	50	25
Бухты без бобин	25	10
Бухты с бобинами	50	25
Катушки	дюймы	мм
	4	100
	8	200
	12	300
	...	340

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Диаметры присадочного металла для всех типов приведены в таблице 2.
- В каждой упаковке должно быть не более одного класса или размера.
- Размеры бухт оговариваются между покупателем и поставщиком.
- Размеры стандартных катушек показаны на рис. 1.

13.2 Вкладыши в бухтах с бобинами должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвращать деформацию бухты при стандартной транспортировке и использовании; они должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

13.3 Катушки (см. рис. 1) должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвращать деформацию присадочного металла при стандартной транспортировке и использовании, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

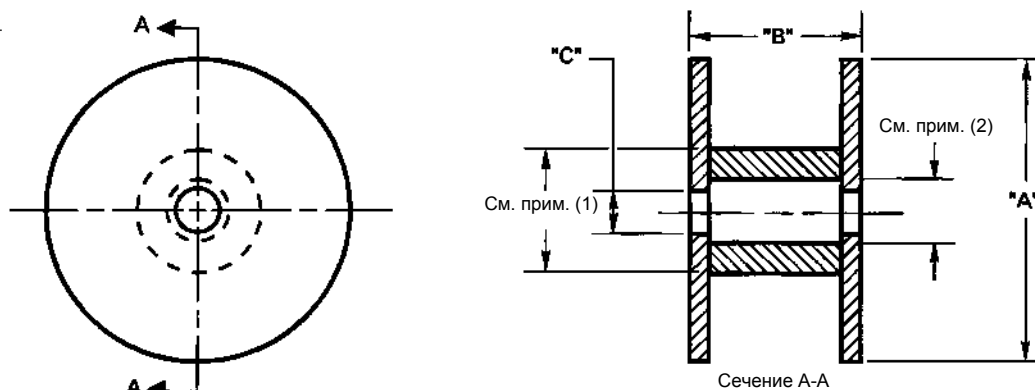
14 Требования к намотке

14.1 Присадочный металл на катушках и в бухтах должен быть намотан без перекручивания, извивов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию присадочного металла. Наружный конец электрода (с которого будет начинаться сварка) должен быть маркирован в целях быстрого обнаружения и закреплен, чтобы предотвратить разматывание. При необходимости должна применяться поперечная намотка.

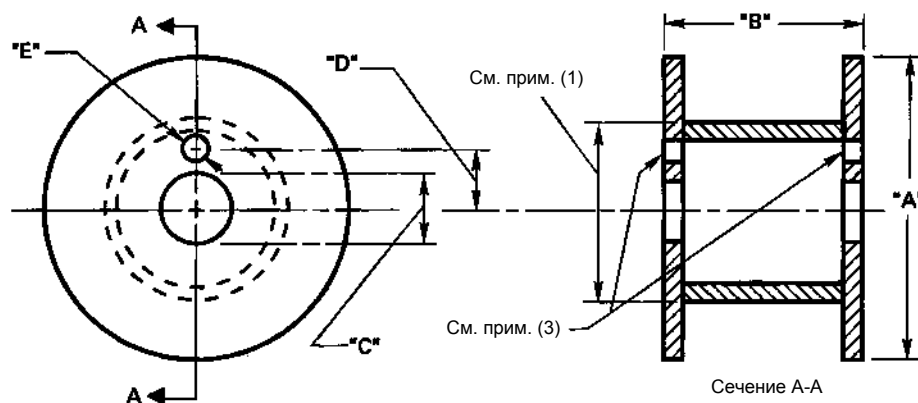
14.2 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла в бухтах и на катушках должны быть такими, чтобы присадочный металл бесперебойно подавался в автоматическое или полуавтоматическое оборудование.

14.2.1 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла на 4-дюймовых [100 мм] катушках должны быть такими, чтобы при отрезании от катушки и свободной укладке на ровную поверхность для образца с длиной, достаточной для выполнения одиночной петли, выполнялось следующее:

РИС. 1 РАЗМЕРЫ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 4, 8 И 12 ДЮЙМОВ [100, 200 И 300 ММ]



(a) Размеры стандартной 4-дюймовой (100 мм) катушки



(b) Размеры стандартных 8 и 12- дюймовых (200 и 300 мм) катушек

		4 дюйма [100 мм]		8 дюймов [200 мм]		12 дюймов [300 мм]	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, макс. [Примечание (4)]	4,0	102	8,0	203	12	305
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103
	Допуск	$\pm 0,03$	$+0, -2$	$\pm 0,03$	$+0, -3$	$\pm 0,06$	$+0, -3$
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	$+0,01, -0$	$+1, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$
D	Межосевое расстояние	...	...	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	...	...	$+0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
E	Диаметр [Примечание (3)]	...	...	0,44	10	0,44	10
	Допуск	...	...	$+0, -0,06$	$+1, -0$	$+0, -0,06$	$+1, -0$

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Внешний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы обеспечивать подачу присадочного металла.
- (2) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть достаточным, чтобы увеличение или смещение оси цилиндрической части и фланцев не привело к тому, что внутренний диаметр цилиндрической части оказался бы меньше, чем внутренний диаметр фланцев.
- (3) В каждом из фланцев имеются отверстия, которые необязательно должны быть совмещены. Катушки размером 4 дюйма [100 мм] не имеют отверстий для вращения.
- (4) Метрические измерения и допуски соответствуют стандарту ISO 544, за исключением того, что «А» определяет допуски $\pm$ на номинальном диаметре, а не только плюсовые допуски, которые показаны здесь как максимальные.

(1) образовывалась окружность диаметром не менее $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] и не более 9 дюймов [230 мм] и

(2) образец возвышался над плоской поверхностью не более чем на $\frac{1}{2}$ дюйма [13 мм] в любом положении.

14.2.2 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла на 8-дюймовых [200 мм] катушках должны быть такими, чтобы при отрезании от катушки и свободной укладке на ровную поверхность для образца с длиной, достаточной для выполнения одиночной петли, выполнялось следующее: (1) образовывалась окружность диаметром не менее 10 дюймов [250 мм] и не более 20 дюймов [510 мм]; (2) образец возвышался над плоской поверхностью не более чем на $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм] в любой точке.

14.2.3 Укладка витков и наклон линии намотки присадочного металла на 12-дюймовых [300 мм] катушках должны быть такими, чтобы при отрезании от катушки и свободной укладке на ровную поверхность для образца с длиной, достаточной для выполнения одиночной петли, выполнялось следующее: (1) образовывалась окружность диаметром не менее 15 дюймов [380 мм] и не более 30 дюймов [760 мм]; (2) образец возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любой точке.

15 Идентификация присадочного металла

15.1 Каждый оголенный прямой отрезок присадочного прутка должен иметь стойкую идентификационную маркировку, которая позволяет однозначно определить тип продукции изготовителя или поставщика. К применимым методам маркировки относятся штамповка, чеканка, тиснение, печать, прикрепление бирок или цветовая маркировка (Если используется цветовая маркировка, цвета должны быть согласованы между поставщиком и покупателем и цвет должен быть указан на упаковке.) При использовании классификации AWS буквы «ER» можно опустить; например «Ti-12» для классификации ERTi-12. Дополнительные обозначения должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

15.2 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям раздела 17 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту и катушку.

15.3 Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу проволоки присадочного металла в бухте.

15.4 Информационный ярлык должен быть надежно закреплен на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

15.5 У катушек эта информация должна быть четко обозначена на выступающей части на наружной стороне по крайней мере одного фланца катушки.

16 Упаковка

Электроды и прутки должны быть упакованы соответствующим образом, гарантирующим их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

17 Маркировка упаковки

17.1 На каждой упаковке должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- (1) Технические условия AWS и обозначения классификации AWS (год выпуска может быть опущен);
- (2) Наименование поставщика и торговая марка;
- (3) Размер и вес нетто;
- (4) Номер партии, контроля или плавки.

17.2 Информация о мерах предосторожности⁷, приведенная в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 (как минимум), должна быть разборчиво нанесена на все упаковки сварочных материалов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁷ Типовые примеры «предупредительных ярлыков» изображены на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А

Руководство к техническим условиям AWS на сварочные электроды и присадочные прутки из титана и титановых сплавов

(Данное приложение не является частью документа AWS A5.16/A5.16M:2007, *Сварочные электроды и присадочные прутки из титана и титановых сплавов. Технические условия*, а включено в него только для информации.)

A1 Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование данных технических условий. Ссылки на соответствующие технические условия для основных металлов даются везде, где это возможно и может оказаться полезным. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2 Система классификации

A2.1 Используемая в данных технических условиях система классификации присадочных металлов соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для присадочных металлов. Буква «E» в начале каждого обозначения означает электрод, а «R» — сварочный прутки. Поскольку некоторые присадочные металлы используются и в качестве электродов при газодуговой сварке металлургическим электродом, и в качестве прутков при газодуговой сварке вольфрамовым электродом и (при соответствующих условиях) плазменно-дуговой сварке, в их обозначении указываются обе буквы.

A2.2 Химический знак «Ti» стоящий после буквы «R» обозначает, что присадочный металл состоит из чистого титана или сплава на основе титана. Последующие буквенные и числовые обозначения служат для идентификации номинального химического состава присадочного металла.

A2.3 Некоторые сплавы обозначаются таким же номером, как обозначение марки, используемое в технических условиях ASTM/ASME⁸ для соответствующих основных металлов. В таблице A1 даны перекрестные ссылки на более ранние обозначения.

A2.4 В таблице A1 проводится сопоставление классификации в настоящей редакции с предыдущими редакциями (1970, 1990 и 2004 гг.) и другими техническими условиями на присадочные металлы из титановых сплавов.

Технические условия⁹ на материалы, применяемые в авиационно-космической промышленности, (AMS) и указанные технические условия ASTM/ASME также широко используются в промышленности, как показано в таблице A1.

A2.5 Запрос на классификацию присадочного металла

(1) Если присадочный металл не может быть отнесен к какому-либо действующему классу, производитель может направить запрос на классификацию данного присадочного металла. Производитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже.

(2) Запрос на введение нового класса присадочных металлов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса.

В частности, запрос должен включать:

(a) все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, требования к химическому составу, механическим свойствам;

(b) информацию по описанию и использованию по назначению, которая связывает изделие с существующими классификациями, для данного пункта Приложения А.

Без указанной информации запрос на введение новой классификации будет считаться неполным. В этом случае Секретариат будет вынужден вернуть запрос его подателю для внесения дополнений.

(3) Все запросы следует направлять в Секретариат Комитета A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. По получении запроса Секретариат предпримет следующие шаги:

(a) присвоит запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать в себя дату получения запроса.

⁸ Технические условия ASME приведены в Стандарте по котлам и сосудам давления, секция IIB, который можно получить в Американском обществе инженеров механиков по адресу: American Society of Mechanical Engineers, Three Park Avenue, New York, NY 10016.

⁹ Технические условия на материалы, применяемые в авиационно-космической промышленности, можно получить в Обществе инженеров автомобильной промышленности по адресу: Society of Automotive Engineers, 40 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001.

ТАБЛИЦА А1 ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ССЫЛКИ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ВКЛЮЧАЯ ОТМЕНЕННЫЕ ТИТАНОВЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Присадочный металл										Основной металл	
Классификация AWS					Технические условия на материалы, применяемые в авиационно-космической промышленности					Основной металл	
										Металл	
2007	2004	1990	1970	Номера UNS	Классификация ISO ^a	Японский стандарт JIS Z333 ^b	Марки ASTM/ASME				
ERTi-1	ERTi-1	ERTi-1	ERTi-1	R50100	STi-0100	YTx 28	1				
ERTi-2	ERTi-2	ERTi-2	ERTi-2	R50120	STi-0120	YTx-35	2				
ERTi-3	ERTi-3	ERTi-3	ERTi-3	R50125	STi-0125	YTx 49	3				
ERTi-4	ERTi-4	ERTi-4	ERTi-4	R50130	STi-0130	...	4				
ERTi-5	ERTi-5	ERTi-5	ERTi-6Al-4V	R56400	STi-6402 ^c	YTAx 640	5				
ERTi-7	ERTi-7	ERTi-7	ERTi-0.2Pd	R52401	STi-2401	YTx 49 Pd	7				
ERTi-9 ^e	ERTi-9 ELI ^d	ERTi-9ELI	ERTi-3Al-2.5V-1	R56321	STi-6321	...	отсутствует				
ERTi-11	ERTi-11	...	...	R52251	STi-2251	Ytx 28 Pd, YTx35 Pd	11				
ERTi-12	ERTi-12	ERTi-12	...	R53401	STi-3401	...	12				
ERTi-13	ERTi-13	...	...	R53423	STi-3423	...	13				
ERTi-14	ERTi-14	...	...	R53424	STi-3424	...	14				
ERTi-15A	ERTi-15A	...	...	R53416	STi-3416	...	15				
ERTi-16	ERTi-16	...	...	R52403	STi-2403	...	16				
ERTi-17	ERTi-17	...	...	R52253	STi-2253	...	17				
ERTi-18	ERTi-18	...	...	R56326	STi-6326	...	18				
ERTi-19	ERTi-19	...	...	R58641	STi-8641 ^c	...	19				
ERTi-20	ERTi-20	...	...	R58646	STi-8646 ^c	...	20				
ERTi-21	ERTi-21	...	...	R58211	STi-8211 ^c	...	21				
ERTi-23	ERTi-23	ERTi-5 ELI	ERTi-6Al-4V-1	R56408	STi-6408	YTAx 640E	23				
ERTi-24	ERTi-24	...	...	R56415	STi-6415	...	24				
ERTi-25	ERTi-25	...	...	R56413	STi-6413	...	25				
ERTi-26	ERTi-26	...	...	R52405	STi-2405	...	26				
ERTi-27	ERTi-27	...	...	R52255	STi-2255	...	27				
ERTi-28	ERTi-28	...	...	R56324	STi-6324	...	28				
ERTi-29	ERTi-29	...	...	R56414	STi-6414	...	29				
ERTi-30	ERTi-30	...	...	R53531	STi-3531	...	30				
ERTi-31	ERTi-31	...	...	R53533	STi-3533	...	31				
ERTi-32	ERTi-32	...	...	R55112	STi-5112	...	32				
ERTi-33	ERTi-33	...	...	R53443	STi-3443	...	33				
ERTi-34	ERTi-34	...	...	R53444	STi-3444	...	34				
ERTi-36	ERTi-36	...	...	R58451	STi-4841 ^c	...	36				
ERTi-38	ERTi-38	...	...	R54251	STi-5451 ^c	...	38				
...	Отменено	ERTi-6	ERTi-5Al-2.5Sn	R54522	STi-5631	YTAx 525	...				
...	Отменено	ERTJ-6ELI	ERTi-5Al-2.5Sn-1	R54523	STi-5631	...	...				
...	Отменено	ERTi-9	ERTJ-3Al-2.5V	R56320	STi-6320	YTAx 325	9				
...	Отменено	ERTi-15	ERTi-6Al-2Cb-1Ta-1Mo	R56210	STi-5621	...	...				
...	Отменено	...	ERTi-8Al-1Mo-1V	...	...	...	...				
...	Отменено	...	ERTi-13V-11Cr-3Al	...	...	...	...				

ПРИМЕЧАНИЯ:

а. Международная система для технических условий на присадочный металл Ti была опубликована в виде стандарта ISO 24034:2005, *Сварочные материалы. Сплошные проволоки и прутки для сварки плавлением титановых сплавов. Классификация*. Четырехзначные номера в большинстве случаев являются сокращенным вариантом пятизначных номеров серии UNS R.

б. Буква «X» обозначает форму присадочного металла, В – прутки, W – проволока.

с. Данные номера обозначений были предложены для включения в стандарт ISO 24034:2005.

д. В данном издании ERTi-9 переименовано.

е. Химический состав ERTi-9 2007 г. был специально разработан для сварочной Марки 9. Он заменяет нижние промежуточные уровни предыдущей классификации ERTi-9ELI.

(b) подтвердит получение запроса и передаст идентификационный номер лицу, сделавшему запрос.

(c) направит копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом.

(d) сдаст оригинал запроса в архив.

(e) внесет запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

(4) Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. В случае задержки ответа более чем на 12 месяцев Секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(5) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества по сварке.

A3 Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. В случае отсутствия такого требования в заказе поставщик вправе отгружать материал по результатам испытаний, обычно проводимых для данного класса материала, как указано в плане F Таблицы 1 стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с каким-либо другим планом данной таблицы должны быть специально оговорены в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4 Сертификация

Сам факт размещения обозначений классификации AWS и технических условий на упаковке, содержащей изделие, или на самом изделии свидетельствует о проведении поставщиком (производителем) сертификации, удостоверяющей, что изделие соответствует всем требованиям технических условий. Единственное требование к испытаниям, подразумеваемое при этой сертификации, заключается в том, что изготовитель действительно провел испытания, требуемые согласно техническим условиям, на представительной выборке материала из поставляемой партии, и что этот материал удовлетворяет требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая производственная партия материала данной классификации и того же состава. Сертификация не предполагает обязательного проведения всех испытаний

для образцов конкретного поставляемого материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или не проводиться. В основе сертификации, требуемой согласно данным техническим условиям, лежат классификационные испытания «представительной выборки», упомянутой выше, и «Система обеспечения качества изготовителя» в стандарте AWS A5.01.

A5 Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварочные аппараты и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов: Среди них:

(1) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);

(2) число сварочных аппаратов и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;

(3) интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;

(4) близость сварочных аппаратов или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;

(5) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Американский национальный стандарт Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах* (опубликованный Американским обществом сварщиков), посвящен вопросам, касающимся вентиляции, которая требуется во время сварки; за подробной информацией следует обращаться к этому стандарту. В частности, заслуживает внимания раздел этого документа, касающийся вентиляции. Более подробную информацию о возможностях вентиляции см. также в стандарте AWS F3.2, *Руководство по вентиляции сварочного дыма*.

A6 Сварочные процессы

A6.1 Титан и титановые сплавы свариваются при помощи дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, плазменно-дуговой сварки и сварки электронным лучом. Титан является химически активным металлом, кроме того, он чувствителен к охрупчиванию под действием кислорода, азота и водорода при повышенных температурах. Следовательно, он должен быть защищен от атмосферного воздействия. Для этого можно защитить металл с помощью инертного газа сварочной марки в соответствии со стандартом AWS A5.32/A5.32M *Защитные газы, применяемые для сварки* для классов SG-A или SG-He или окружить дугу и жидкий или только что затвердевший, но еще горячий металл сварного шва с помощью смеси отдельных классов защитного газа. Сварку также можно проводить на удалении в камере или в перчаточной камере. Из таких камер можно удалить воздух и наполнить их инертным газом, или, если они имеют жесткие газонепроницаемые стенки, из них можно выкачать воздух под давлением не менее 10^{-4} торр [0,013 Па] для удаления любых примесей воздуха.

При дуговой сварке титан должен быть защищен от окружающего атмосферного воздуха вплоть до охлаждения ниже 800 °F [430 °C].

При сварке в условиях окружающего атмосферного воздуха можно обеспечить соответствующую защиту с помощью дополнительной среды инертного газа. Вентиляция и вытяжка около дуги должны осуществляться таким образом, чтобы не повредить среду защитного инертного газа (защита дуги, подвижная газосварочная приставка или защита корня шва).

A6.2 Титан должен быть свободен от толстой оксидной пленки и быть химически очищен перед сваркой, поскольку загрязнение оксидами, водой, смазкой или грязью вызовет охрупчивание.

A6.3 Сварочные прутки из титана должны быть химически чистыми и не иметь плотной оксидной пленки, абсорбированной влаги, смазки или грязи. Если удалить горячий конец присадочного металла из среды газовой защиты до охлаждения, а затем использовать его снова, это приведет к контаминации сварного шва. Следует вводить присадочный прутки таким образом, чтобы его горячий конец оставался в газовом слое горелки. Если конец прутка будет подвергнут контаминации, следует отрезать обесцвеченный конец прутка перед его повторным использованием.

A6.4 Титан можно сваривать плавлением с цирконием, танталом, ниобием и ванадием, однако металл сварного шва будет более прочным и менее пластичным, чем исходный металл. Титан нельзя сваривать плавлением с другими часто свариваемыми металлами, такими, как медь, железо, никель и алюминий, поскольку образуются хрупкие промежуточные сплавы с титаном, что приводит к образованию очень хрупких сварных швов.

A6.5 Согласно настоящим техническим условиям содержание любых остаточных элементов не должно превышать 0,05 %, а общее их содержание не должно превышать 0,20 %. Остаточные элементы могут присутствовать только в незначительном количестве и не могут добавляться специально. Однако допускается содержание иттрия не более 0,005 %, поскольку он действует на титан и титановые сплавы как сильная добавка, измельчающая зерно. Добавление иттрия к титану в больших количествах может привести к появлению строчечных включений и снижению усталостной прочности некоторых форм продукции. Необходимо измерять и заносить в документацию количество любого специально добавленного элемента.

A7 Описание и использование по назначению электродов и прутков из титана и его сплавов

Титан обладает высокой коррозионной стойкостью в большом количестве сред, но самое примечательное, что он способен выдерживать коррозию в природных растворах в присутствии ионов хлора, будь то охлаждение солями или слабоминерализованной водой, опреснение, использование солевых растворов, отбелка, применение хлора и солей хлорноватой кислоты или использование в ортопедических имплантатах. Добавление палладия или рутения в небольших количествах увеличивает диапазон коррозионной стойкости и в определенной мере имеет восстанавливающее действие в таких условиях, как низкая концентрация HCl и H₂SO₄ и при образовании трещин, когда температура превышает допустимый предел и когда нелегированные и стандартные легированные сплавы проявляют удовлетворительные эксплуатационные качества. Высокое отношение предела прочности к весу в сплавах обуславливает их широкое применение в авиационной и авиационно-космической областях, начиная с поковок, поддерживающих крылья самолета, до лопаток компрессора на газотурбинных двигателях. К области применения, где требуется обеспечение высокой прочности, также относится различное военное оборудование с особым режимом

нагрузки, и такая высокотехнологичная техника, как внутрискважинное оборудование для изыскания источников энергии или добычи геотермальных рассолов. В последнее время титан стал использоваться в архитектуре для выполнения защитной обшивки зданий, кровельных покрытий и даже несущих конструкций, а также в производстве товаров общего потребления, например, велосипедных рам, клюшек для игры в гольф, высококачественного спортивного оборудования, оправ для очков, автомобильных рессор и глушителей, и даже для создания произведений искусства.

Существует множество патентованных сплавов и марок, регламентируемых другими техническими условиями, отличными от опубликованных в стандарте ASTM, однако многие из этих сплавов не являются легкодоступными. Данный перечень ограничивается присадочными металлами, предназначенными для марок титана и титановых сплавов широкого применения, рекомендованных для использования с марками основного металла по ASTM. Перекрестные ссылки на технические условия см. в таблице A1.

A7.1 В общем случае каждая марка присадочного металла ERTi-XX предназначена для сварки соответствующей марки основного металла XX. Диапазон содержания кислорода в марке ERTi-XX рассчитан на увеличение в 300 частей на миллион во время сварки для последующего соответствия типичному химическому составу основного металла. Для железа, азота, углерода и водорода указываются более низкие уровни содержания, чем уровни в соответствующем основном металле. Для других легирующих элементов для марок присадочных и основных металлов указываются одинаковые уровни содержания.

A7.2 Использование присадочного металла такой же прочности и такого же состава, за исключением улучшенных палладием или рутением (например, замена ERTi-7 на ERTi-2) может рассматриваться в тех случаях, когда предполагается предпочтительная коррозия металла сварного шва, и когда это даст удовлетворительные результаты. Если желательно сваривать другие комбинации разнородных марок, сварные швы должны оцениваться с точки зрения пригодности для использования по назначению по отношению к механическим и коррозионным свойствам. Необходимо уделять особое внимание при выборе сплавов для сварки с нелегированными присадочными металлами, так как разница в коэффициентах растворимости водорода может привести к замедленному трещинообразованию. В отсутствие специфической информации рекомендуется проконсультироваться с поставщиком материала. Дополнительную информацию можно получить в главе о титановых сплавах «Справочника по сварке», Том 4, восьмое издание. Классификации присадочных металлов приведены в таблице A2.

A7.3 ERTi-1. Марка 1 – это марка нелегированной (или технически чистой – CP) стали самой низкой прочности. Марка 1 используется в тех случаях, когда первостепенную важность имеет пластичность, например, плакирование взрывом, изготовление рыхлых накладок, металлической сетки или стали для глубокой вытяжки. Она также используется в электролизерах, например, анодные подложки с покрытием для производства хлора и бертолетовой соли.

A7.4 ERTi-2. Марка 2 это наиболее часто используемая марка для изготовления коррозионностойких изделий и большинства нелегированных (или технически чистых – CP) марок сплавов общего назначения. Марка 2, как правило, является самой легкодоступной во всех формах выпуска и самой недорогой.

ТАБЛИЦА А2
РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ПРИСАДОЧНОГО МЕТАЛЛА ДЛЯ СВАРКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Марка основного металла по ASTM	Основной металл		Номинальный состав	Рекомендуемый присадочный металл	Альтернативные присадочные металлы		Комментарии
	Мин. предел прочности на разрыв, тыс. фунтов/кв. дюйм, [МПа]	Мин. предел текучести, тыс. фунтов/кв. дюйм, [МПа]					
1	35 [240]	20 [138]	Ti (нелегированный)	ERTi-1	...	...	
2	50 [345]	40 [275]	Ti (нелегированный)	ERTi-2	...	...	Марка ERTi-1 более не рекомендуется для использования с Маркой 2 в строительстве
2H	58 [400]	40 [275]	Ti (нелегированный)	ERTi-2	...	...	Идентична Марке 2 за исключением более высокого предела прочности на разрыв
3	65 [450]	55 [380]	Ti (нелегированный)	ERTi-3	...	...	Марка ERTi-2 более не рекомендуется для использования с Маркой 3 в строительстве
4	80 [550]	70 [483]	Ti (нелегированный)	ERTi-4	...	...	
5	130 [895]	120 [828]	Ti 6Al-4V	ERTi-5	...	...	
6				NA ^(A)	...	...	
7	50 [345]	40 [275]	Ti 0,15Pd	ERTi-7	...	...	
7H	58 [400]	40 [275]	Ti 0,15Pd	ERTi-7	...	...	Идентична Марке 7 за исключением более высокого предела прочности на разрыв
...	...	...	...	NA ^(A)	...	...	
9	90 [620]	70 [483]	Ti 3Al-2,5V	ERTi-9	...	...	
...	...	...	...	NA ^a	...	...	
11	35 [240]	20 [138]	Ti 0,15Pd	ERTi-11	...	...	
12	70 [483]	50 [345]	Ti 0,8Ni-0,3Mo	ERTi-12	...	...	
13	40 [275]	25 [170]	Ti 0,5Ni-0,05Ru	ERTi-13	...	...	
14	60 [410]	40 [275]	Ti 0,5Ni-0,05Ru	ERTi-14	...	...	
15	70 [483]	55 [380]	Ti 0,5Ni-0,05Ru	ERTi-15A	...	...	Суффикс «А» используется для указания отличия от старого состава ERTi-15
16	50 [345]	40 [275]	Ti 0,05Pd	ERTi-16	ERTi-7	...	ERTi-7 обладает сопоставимыми механическими свойствами и аналогичной или более высокой коррозионной стойкостью
16H	58 [400]	40 [275]	Ti 0,05Pd	ERTi-16	...	...	Идентична Марке 16 за исключением более высокого предела прочности на разрыв
17	35 [240]	20 [138]	Ti 0,005Pd	ERTi-17	ERTi-11	...	ERTi-11 обладает сопоставимыми механическими свойствами и аналогичной или более высокой коррозионной стойкостью
18	90 [620]	70 [483]	Ti 3Al-2,5V ELI-0,05Pd	ERTi-18	...	...	
19	115 [793]	110 [759]	Ti 3Al-8V-6Cr-4Zr-4Mo	ERTi-19	...	...	

Она используется для изготовления такого технологического оборудования, как сосуды давления, колонны, резервуары, теплообменники, валы, воздухопроводы и вентиляторы, трубопроводы конденсаторов, клапаны, фитинги и трубы.

A7.5 ERTi-3. Марка 3 это марка нелегированной (или технически чистой – CP) стали высокой прочности. Она используется для изготовления технологического оборудования, трубопроводов и труб. Марка 3 не так легкодоступна, как марка ERTi-2, но ее следует использовать там, где благодаря ее высокой прочности можно будет уменьшить толщину металла, а объем выпускаемого металла оправдывает покупку прокатного оборудования.

A7.6 ERTi-4. Марка 4 это марка нелегированной (или технически чистой – CP) стали самой высокой прочности. Марка 4 редко используется в агрессивных средах, а применяется для изготовления авиационных деталей (в соответствии с техническими условиями AMS), где ее высокая прочность позволяет уменьшить вес таких деталей, как переборки и брандмауэры.

A7.7 ERTi-5. Марка 5 (Ti 6Al-4V), обычно именуемая «6-4», является наиболее распространенной и широко используемой маркой легированной стали в силу сравнительной дешевизны и доступности. Минимальный предел прочности на разрыв для нее равен 130000 фунтов/кв. дюйм, данная марка характеризуется

хорошими сварочными свойствами и допускает термическую обработку с целью повышения прочности и ударной вязкости. Марка 5 используется в авиационной промышленности, например, для изготовления шасси, лонжеронов и лопаток компрессоров. Коррозионная стойкость сопоставима с соответствующей характеристикой марки 2, поэтому данная марка часто используется в агрессивных средах, где требуется повышенная прочность, в частности, для производства валов, высокопрочных крепежных изделий и шпонок.

A7.8 ERTi-7. Механические характеристики марки 7 аналогичны соответствующим характеристикам марки 2. Добавление 0,12 % палладия улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. ERTi-7 может применяться для сварки с маркой 2 или 16, когда требуются улучшенные коррозионные характеристики.

A7.9 ERTi-9. Марка 9 (Ti 3Al-2,5V) представляет собой «полулегированный» вариант марки 5 и применяется в областях, где требуется повышенная пластичность, формовость и свариваемость, однако допустим более низкий предел прочности на разрыв.

ТАБЛИЦА A2
РУКОВОДСТВО ПО ВЫБОРУ ПРИСАДОЧНОГО МЕТАЛЛА ДЛЯ СВАРКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ТИТАНА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Марка основного металла по ASTM	Основной металл		Номинальный состав	Рекомендуемый присадочный металл	Альтернативные присадочные металлы	Комментарии
	Мин. предел прочности на разрыв, тыс. фунтов/кв. дюйм, [МПа]	Мин. предел текучести, тыс. фунтов/кв. дюйм, [МПа]				
20	115 [793]	110 [759]	Ti 3Al-8V-6Cr-4Zr-4Mo-0,05Pd	ERTi-20	...	...
21	115 [793]	110 [759]	Ti 3Al-15Mo-2,5Nb-0,2Si	ERTi-21	...	...
...	...	...	...	NAa	...	...
23	120 [828]	110 [759]	Ti 6Al-4V ELI	ERTi-23	...	...
24	130 [895]	120 [828]	Ti 6Al-4V-0,05 Pd	ERTi-24	...	...
25	130 [895]	120 [828]	Ti 6Al-4V-0,5Ni-0,05Pd	ERTi-25	...	...
26	50 [345]	40 [275]	Ti 0,10Ru	ERTi-26	ERTi-7	ERTi-7 обладает сопоставимыми механическими свойствами и аналогичной или более высокой коррозионной стойкостью
26H	58 [400]	40 [275]	Ti 0,10Ru	ERTi-26	ERTi-7	Идентична Марке 26 за исключением более высокого предела прочности на разрыв
27	35 [240]	20 [138]	Ti 0,10Ru	ERTi-27	ERTi-1	ERTi-11 обладает сопоставимыми механическими свойствами и аналогичной или более высокой коррозионной стойкостью
28	90 [620]	70 [483]	Ti 3Al-2,5V ELI-0,10Ru	ERTi-28	ERTi-18	ERTi-18 обладает сопоставимыми механическими свойствами и коррозионной стойкостью
29	120 [828]	110 [759]	Ti 6Al-4VELI-0,10RU	ERTi-29	...	...
30	50 [345]	40 [275]	Ti 0,3Co-0,05Pd	ERTi-30	...	...
31	65 [450]	55 [380]	Ti 0,3Co-0,05Pd	ERTi-31	...	...
32	100 [689]	85 [586]	Ti 5Al-1Sn-1Zr-1V-0,8Mo	ERTi-32	...	...
33	50 [345]	40 [275]	Ti 0,4Ni-0,015Pd-0,015Ru-0,14Cr	ERTi-33	...	...
34	65 [450]	55 [380]	Ti 0,4Ni-0,015Pd-0,015Ru-0,14Cr	ERTi-34	...	...
35				NA ^a	...	...
36	65 [450]	60 [410]	Ti 45Nb	ERTi-36	...	...
37				NA ^a	...	...
38	130 [895]	115 [794]	Ti4Al-2,5V-1,5Fe	ERTi-38	...	...

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Характеристики указаны для состояния после обработки на раствор. Обычно материал закупается в этом состоянии и в состоянии после термообработки, как требуется.

ПРИМЕЧАНИЕ:

a. Нет либо существующей марки ASTM, либо нет соответствующей марки присадочного металла по AWS.

Марка 9 используется для изготовления сварных или бесшовных труб. Используется для изготовления трубных изделий и велосипедных рам.

A7.12 ERTi-11. Механические характеристики марки 11 аналогичны соответствующим характеристикам марки 1. Добавление в минимальном количестве 0,12 % палладия улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Данная марка широко применяется при изготовлении элементов хлорных электродов, а также при плакировании взрывом, когда требуется повышенная коррозионная стойкость. ERTi-11 может применяться для сварки с маркой 1 или 17, когда требуются улучшенные коррозионные характеристики.

A7.12 ERTi-12. Марка 12 (Ti 0,8Ni0,3Mo) является маркой средней прочности и разработана первоначально с целью обеспечения повышенной устойчивости к щелевой коррозии в горячих солевых растворах, но при меньших затратах, нежели в случае марки 7. Считается, что улучшенные эксплуатационные характеристики обусловлены ионами Ni⁺⁺ и Mo⁺⁺, присутствие которых изменяет электрохимические свойства поверхности материала в области трещин или под наплавленным слоем. Марка 12, по сравнению с маркой 2 или 3, обладает улучшенными температурными характеристиками и часто рекомендуется для сосудов давления или

трубопроводов только благодаря исключительно высокой прочности.

A7.12 ERTi-13. Марка 13 характеризуется таким же пределом текучести, что и марка 1, но имеет более высокий заданный минимальный предел прочности на разрыв. Рутений скапливается преимущественно в никелевой фазе, поэтому более низкое содержание рутения обеспечивает более эффективную защиту в сравнении с марками, где в качестве добавки, улучшающей коррозионную стойкость, используется непосредственно сам рутений. Добавление рутения повышает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях контактной коррозии и коррозии наплавленного слоя. Марка 13 дешевле, чем марки 11, 17 и 27 в силу меньшего содержания рутения. Данный сплав был разработан в Японии, где в основном и применяется.

A7.13 ERTi-14. Марка 14 характеризуется таким же пределом текучести, что и марка 2, но имеет более высокий заданный минимальный предел прочности на разрыв. Рутений скапливается преимущественно в никелевой фазе, поэтому более низкое содержание рутения обеспечивает более эффективную защиту в сравнении с марками, где в качестве добавки, улучшающей коррозионную стойкость, используется непосредственно сам рутений.

Добавление рутения повышает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях контактной коррозии и коррозии наплавленного слоя. Марка 14 дешевле, чем марки 2, 7 и 26 в силу меньшего содержания рутения. Данный сплав был разработан в Японии, где в основном и применяется.

A7.14 ERTi-15A. Марка 15 характеризуется таким же пределом текучести, что и марка 3, но имеет более высокий заданный минимальный предел прочности на разрыв. Рутений скапливается преимущественно в фазе, содержащей много никеля, поэтому более низкое содержание рутения обеспечивает более эффективную защиту в сравнении с марками, где в качестве добавки, улучшающей коррозионную стойкость, используется непосредственно сам рутений. Добавление рутения повышает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях контактной коррозии и коррозии наплавленного слоя. Аналогичные марки, содержащие рутений или палладий, с таким же уровнем прочности отсутствуют. Данный сплав был разработан в Японии, где в основном и применяется. Суффикс А используется только для различения данного состава от предыдущего и устаревшего на данный момент состава марки 15.

A7.15 ERTi-16. Механические свойства марки 16 аналогичны соответствующим характеристикам марок 2, 7 и 26. Данная марка часто характеризуется как марка «с низким содержанием палладия». Минимальное добавление 0,04 % палладия улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Марка 16 дешевле, чем марка 7, и обладает сопоставимыми эксплуатационными характеристиками, за исключением случаев эксплуатации в чрезвычайно агрессивных средах. Коррозионная стойкость сварных соединений, выполненных с применением марки ERTi-7, незначительно превышает стойкость сварных швов, выполненных с применением другого подходящего присадочного металла.

A7.16 ERTi-17. Механические свойства марки 17 аналогичны соответствующим характеристикам марок 1, 11 и 26. Данная марка часто характеризуется как марка «с низким содержанием палладия». Минимальное добавление 0,04 % палладия улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Марка 17 дешевле, чем марка 11, и обладает сопоставимыми эксплуатационными характеристиками, за исключением случаев эксплуатации в чрезвычайно агрессивных средах. Коррозионная стойкость сварных соединений, выполненных с применением марки ERTi-11, незначительно превышает стойкость сварных швов, выполненных с применением другого подходящего присадочного металла.

A7.17 ERTi-18. Механические и металлообрабатывающие свойства марки 18 (Ti 3Al-2,5V-0,5Pd) сопоставимы с соответствующими характеристиками марок 9 и 28. Добавление палладия повышает коррозионную стойкость сплава. Марка 18 первоначально разрабатывалась для энергетики, например, для изготовления трубопроводов, содержащих растворы повышенной солёности, в том числе мезефиков.

A7.18 ERTi-19. Марка 19 (Ti 3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr) сплава (Ti38644), общеизвестная как Бета С, является широко используемым высокопрочным бета-сплавом, применяемым в определенных морских конструкциях и в области энергетики. В область применения данной марки входят сварные трубные изделия для энергетической промышленности (нефтегазовая промышленность, геотермальные рассолы), авиационные пружины и

некоторые изделия для артиллерии. Присадочный металл марки 19 совпадает по составу со своим основным металлом, за исключением пределов содержания кислорода и более низкого содержания N, C, Fe и H.

A7.19 ERTi-20. Марка 20 (Ti 3Al-8V-6Cr-4Mo-4Zr-0,05Pd) сплава (Ti 38644Pd), общеизвестная как палладиевая Бета С, является широко используемым высокопрочным бета-сплавом, применяемым в определенных морских конструкциях и в области энергетики. В область применения данной марки входят сварные трубные изделия для энергетической промышленности (нефтегазовая промышленность, геотермальные рассолы), авиационные пружины и некоторые изделия для артиллерии. Присадочный металл марки 20 совпадает по составу со своим основным металлом, за исключением пределов содержания кислорода и более низкого содержания N, C, Fe и H.

A7.20 ERTi-21. Марка 21 (Ti 15Mo-3Nb-3Al-0,2Si) является титановым бета-сплавом, изготавливаемым в виде полосового материала, обладающим исключительной коррозионной стойкостью благодаря высокому содержанию Mo. Данный сплав легко сваривается в отожженном состоянии или в состоянии обработки на раствор с последующим старением для получения требуемой прочности. Данный сплав в основном используется в аэрокосмических компонентах, но также может применяться в химической обрабатывающей промышленности (CPI) и нефтегазовой промышленности как для деталей, полученных путем обработки давлением, так и в качестве крепежа. Присадочный металл марки 21 совпадает по составу со своим основным металлом, за исключением пределов содержания кислорода и более низкого содержания N, C, Fe и H.

A7.21 ERTi-23. По химическому составу марка 23 (Ti 6Al-4V) близка к марке 5, однако характеризуется несколько более низким содержанием алюминия и кислорода, а также других внедренных элементов, что улучшает формуемость, сварочные характеристики и ударную вязкость. Марка 23 используется во многих областях, где требуется высокая прочность, например, в производстве валов, когда требуется очень высокая прочность наряду с улучшенной (по сравнению с маркой 5) формуемостью и ударной вязкостью. Данная марка часто указывается для производства компонентов морских конструкций и для конструкций, используемых для добычи из морских месторождений, которые подвержены воздействию низких температур морской воды, так как она имеет более высокие значения вязкости разрушения, чем марка 5.

A7.22 ERTi-24. Марка 24 (Ti 6Al-4V-0,5Pd) близка по механическим и металлообрабатывающим свойствам к марке 5. Добавление палладия повышает коррозионную стойкость сплава. Данный сплав первоначально разрабатывался для энергетики, в частности, для изготовления трубопроводов, содержащих растворы повышенной солёности.

A7.23 ERTi-25. Марка 25 (Ti 6Al-4V-0,5Pd) близка по механическим свойствам к марке 5. Добавление палладия и никеля повышает коррозионную стойкость.

A7.24 ERTi-26. Механические характеристики марки 26 аналогичны характеристикам марок 2, 7 и 16. Минимальное добавление 0,08 % рутения улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях контактной коррозии и коррозии наплавленного слоя, аналогично добавлению 0,04 % палладия в случае марки 26. Марка 26 дешевле, нежели 7 или 16. Коррозионная стойкость сопоставима со стойкостью марки 16 и 7, за исключением случаев эксплуатации в чрезвычайно агрессивных средах.

Коррозионная стойкость сварных соединений, выполненных с применением марки ERTi-7, незначительно превышает стойкость сварных швов, выполненных с применением другого подходящего присадочного металла.

A7.25 ERTi-27. Механические характеристики марки 27 аналогичны характеристикам марок 1, 11 и 17. Минимальное добавление 0,08 % рутения улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях контактной коррозии и коррозии наплавленного слоя, аналогично добавлению 0,04 % палладия в случае марки 17. Марка 26 дешевле, нежели 11 или 27. Коррозионная стойкость сопоставима со стойкостью марки 17 и 7, за исключением случаев эксплуатации в чрезвычайно агрессивных средах. Коррозионная стойкость сварных соединений, выполненных с применением марки ERTi-11, незначительно превышает стойкость сварных швов, выполненных с применением другого подходящего присадочного металла.

A7.26 ERTi-28. Механические характеристики и обрабатываемость марки 28 (Ti 3 Al-2,5V-0,1Ru) аналогичны характеристикам марок 9 и 18. Минимальное добавление 0,08 % рутения улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях контактной коррозии и коррозии наплавленного слоя, аналогично добавлению 0,04 % палладия в случае марки 18. Марка 28 дешевле, нежели марка 18. Коррозионная стойкость сопоставима с показателями для марки 18. Данная марка первоначально разрабатывалась для энергетики, в частности, для изготовления трубопроводов, содержащих растворы повышенной солености, где требуется улучшенная формовость и свариваемость.

A7.27 ERTi-29. Механические и металлообрабатывающие характеристики марки 29 (Ti 6Al-4V-0,1Ru) сопоставимы с соответствующими характеристиками марки 23. Минимальное добавление 0,08 % рутения улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Данная марка первоначально разрабатывалась для энергетики, где широко применяется, в частности, для изготовления трубопроводов для нефте- и газодобывающих скважин, а также содержащих растворы повышенной солености.

A7.28 ERTi-30. Механические характеристики марки 30 аналогичны соответствующим характеристикам марки 2. Добавление рутения улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Данный сплав был разработан в Японии, где в основном и применяется.

A7.29 ERTi-31. Механические характеристики марки 31 аналогичны соответствующим характеристикам марки 3. Добавление рутения улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Данный сплав был разработан в Японии, где в основном и применяется.

A7.30 ERTi-32. Марка 32 (Ti 5Al-1Sn-1Zr-1V-0,8Mo) является сплавом повышенной прочности, вязкость разрушения в морской воде превышает 100 МПа мл/2. Марка 32 разработана для нужд военно-морского ведомства в связи с потребностью в пригодных для сварки сплавах, обладающих высокой ударной вязкостью и коррозионной стойкостью, для корпусов, подверженных воздействию давления. Высокая вязкость разрушения очень важна при использовании во вспомогательных системах и оборудовании морских кораблей, а также для применения в энергетике. Тривиальные названия: 5-1-1-1 или «пять-трижды один».

A7.31 ERTi-33. Механические характеристики марки 33 аналогичны соответствующим характеристикам марки 2. Добавление рутения и палладия улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Данный сплав был разработан в Японии, где в основном и применяется.

A7.32 ERTi-34. Механические характеристики марки 34 аналогичны соответствующим характеристикам марки 3. Добавление рутения и палладия улучшает коррозионную стойкость в слабо восстанавливающих средах, а также в условиях, где имеет место контактная коррозия или коррозия наплавленного слоя. Данный сплав был разработан в Японии, где в основном и применяется.

A7.33 ERTi-36. Марка 36 (Ti-45Nb) соответствует марке 36 по ASTM (UNS R58450). За исключением кислорода, все остальные специально добавляемые элементы аналогичны элементам основного металла. Данный сплав может использоваться для сварных конструкций и обладает повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с марками 7, 16 и 26 в некоторых средах. Данный сплав может обеспечивать повышенную стойкость к воспламенению по сравнению с другими марками титановых сплавов в средах с высоким парциальным давлением кислорода.

A7.34 ERTi-38. Марка 38 (Ti 4Al-2,5V-1,5Fe) соответствует марке 38 по ASTM и Техническим решениям ASME 2532 (UNS R54250). За исключением кислорода, все остальные специально добавляемые элементы аналогичны элементам основного металла. Это высокопрочный сплав, предназначенный для применения в сварных конструкциях при температурах, немного превышающих температуры применения титановых марок. Марка ERTi-38 является наиболее прочным титановым сплавом, применение которого разрешено в конструкциях, изготавливаемых в соответствии со стандартом ASME.

A8 Специальные испытания

Для определения пригодности материалов к некоторым видам применения могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные испытания для определения таких свойств, как твердость, коррозионная устойчивость, окислостойкость при повышенных температурах; в AWS A5.01 содержатся положения по заказу таких испытаний. Данный пункт приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания. Эти испытания могут быть проведены по согласованию между поставщиком и покупателем.

A8.1 Испытания на коррозию и образование окислы
Хотя сварные швы, полученные с помощью присадочных материалов, рассматриваемых в настоящих технических условиях, обычно используются как коррозионноустойчивые и термостойкие, испытания на определение этих свойств не включены в настоящие технические условия. При необходимости в конкретном случае применения испытания могут проводиться на образцах, взятых либо из наплавки, либо из сварного соединения. Образцы, отобранные из соединения, пригодны для проведения квалификационной оценки сварочных процедур (в случае специального применения, где имеет значение стойкость к коррозии и окислению), но не для квалификационной оценки электрода. Испытания на образцах, отобранных из соединения, имеют тот недостаток, что они являются комбинированными испытаниями на определение свойств металла шва, зоны термического влияния (HAZ), и не подвергавшейся воздействиям зоны основного металла.

С учетом всех этих факторов получение воспроизводимых результатов затруднительно (если существует различие свойств материалов в разных частях образца). Образцы, отобранные из соединения, имеют то преимущество, что они способны воспроизвести схему соединения и последовательность операций сварки, планируемые при изготовлении.

A8.1.1 Образцы для определения стойкости к коррозии или окислению только металла сварного шва подготавливаются в соответствии с процедурой, описанной в пункте A8.1.2 настоящих технических условий. Размер наплавки должен составлять, по крайней мере, 3/4 дюйма [19 мм] по высоте, 2 1/2 дюйма [65 мм] по ширине и на 1 + 5/8 n (дюйма) [25 + 16 n (мм)] по длине, где «n» – число образцов. Образцы, имеющие размеры 1/2 × 2 × 1/4 дюйма [13 × 50 × 6 мм] (длина × ширина × высота), получают механическим способом из верхней части наплавки таким образом, чтобы сторона образца, имеющая длину 2 дюйма [50 мм], располагалась параллельно стороне наплавки имеющей длину 2 1/2 дюйма [65 мм], а сторона образца, имеющая длину 1/2 дюйма [13 мм] была параллельна длине наплавки.

A8.1.2 Перед испытаниями термообработка, отделка поверхности и маркировка образцов должны производиться в соответствии с установившейся практикой проведения испытаний аналогичных сплавов в ковальной или литой формах. Методика испытания должна соответствовать документу ASTM G 4, *Стандартная методика проведения испытаний на коррозионную стойкость в промышленных условиях*, или ASTM G 31, *Рекомендованная методика лабораторного испытания металлов на коррозионную стойкость методом погружения*.

A9 Отмененные классификации

Некоторые классы присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо в системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. Отмененные классификации перечислены в таблице A1, где также указан год их последнего включения в технические условия.

A10 Общие положения по технике безопасности

A10.1 Вопросы безопасности и здоровья выходят за рамки данного стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Некоторая информация по технике безопасности и охране труда содержится в пункте A5 приложения. Информация по этим же вопросам доступна и в других источниках, в том

числе в информационных бюллетенях по технике безопасности и охране труда, перечисленных в A10.3, стандарт ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, а также в соответствующих федеральных и государственных нормах.

A10.2 Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности. Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

A10.3 Указатель по таблицам данных по безопасности и здоровью (SHF)¹¹

№	Название
1	Дым и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных дымах
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на ярлыках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Использование электрокардиостимуляторов при сварочных работах
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Маркировка с указанием на необходимость выключения
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металлизации
21	Контактная точечная сварка
22	Воздействие кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла
26	Расстояние наблюдения дуги
27	Электроды из тарированного вольфрама
28	Меры безопасности при кислородно-газовой резке: обратные клапаны и предохранительные затворы
29	Заземление переносных и установленных на транспортном средстве сварочных генераторов
30	Цилиндры: безопасное хранение, обращение и эксплуатация
31	Защита лица и глаз при работах по сварке и резке

¹⁰ ANSI Z49.1 опубликовано Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

¹¹ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ И ФЛЮСЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.17/SFA-5.17M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.17/A5.17M-97 (R2007). В спорных случаях используется исходный вариант.)

A08

1. Область применения

Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов из углеродистой стали (сплошных и трубчатых) и флюсов для дуговой сварки под флюсом.

Данный документ является первым из комплекта технических условий A5.17 и представляет собой комбинированные технические условия на классы электродов, в которых используется система единиц мер и весов США, основанная на имперской системе, или система единиц, основанная на международной системе СИ. Значения в них не являются эквивалентными; поэтому каждая система должна использоваться независимо от другой без комбинирования значений. При выборе подходящих метрических единиц можно пользоваться стандартом ANSI/AWS A1.1, *Руководство по использованию метрических единиц в производственной сварке*, там, где это возможно. В данных технических условиях использованы как единицы измерения, принятые в США, так и единицы СИ, что при использовании заданных допусков обеспечивает совместимость изделия как с системой единиц, принятой в США, так и с единицами СИ.

(a) Параграфы, таблицы и рисунки, отмеченные конечной буквой "U", применимы только для изделий, классифицированных в соответствии со стандартом A5.17 с помощью системы единиц, принятой в США.

(b) Параграфы, таблицы и рисунки, отмеченные конечной буквой "M", применимы только для изделий, классифицированных в соответствии со стандартом A5.17M с помощью Международной системы единиц (СИ).

(c) Параграфы, таблицы и рисунки, не отмеченные ни одной из указанных конечных букв ("U" или "M"), применимы и для изделий, классифицированных с помощью системы единиц, принятой в США, и для изделий, классифицированных с помощью системы единиц (СИ).

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ANSI/AWS¹:

(a) ANSI/AWS A1.1, *Руководство по использованию метрических единиц в производственной сварке*.

(b) ANSI/AWS A4.3, *Стандартные методы определения содержания диффузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва, выполненного с помощью дуговой сварки*.

(c) ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

(d) ANSI/AWS A5.1, *Электроды из углеродистой стали для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия*.

(e) ANSI/AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*.

2.2 В обязательных частях данного документа указываются следующие стандарты ASTM²:

(a) ASTM A29/A29M, *Сталь сортовая, углеродистая и легированная, горячекатаная и холоднотянутая. Технические условия*.

(b) ASTM A36/A36M, *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия*.

(c) ASTM A285/A285M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности на растяжение. Технические условия*.

(d) ASTM A515/A515M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях средних и высоких температур. Технические условия*;

(e) ASTM A516/A516M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях умеренных и низких температур. Технические условия*.

(f) ASTM DS-56, SAE HS-1086, *Металлы и сплавы в Единой системе числового обозначения*.

(g) ASTM E29, *Результаты испытаний. Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*.

(h) ASTM E142, *Методы контроля качества радиографических исследований*.

¹ Стандарты AWS можно получить в Американском обществе по сварке, по адресу: American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Стандарты ASTM можно получить по адресу: ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

(i) ASTM E350, *Методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого и сварочного железа.*

2.3 В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ISO³:

(a) ISO 864, *Дуговая сварка — Сплошные и трубчатые электродные проволоки для осаждения углеродистой и марганцевоуглеродной сталей — Размеры проволоки, катушек, ободов и бухт.*

3. Классификация

3.1U При классификации сварочных электродов и флюсов, на которые распространяется действие технических условий A5.17, используется система классификации на основе принятых в США единиц измерения; классификация производится по следующим критериям:

(a) Механические свойства металла шва, наплавленного с помощью сочетания определенного флюса и электрода определенного класса, как указано в табл. 5U и 6U.

(b) Условия термообработки, в процессе которой металл приобретает указанные свойства, в соответствии с п. 9.4 (см. также рис. 1U).

(c) Химический состав электрода (для сплошных электродов), как указано в табл. 1, или металла шва, наплавленного с применением определенного флюса (для композиционных электродов), как указано в табл. 2.

3.1M Сварочные электроды и флюсы, рассматриваемые техническими условиями A5.17M, классифицируются по системе, которая основана на Международной системе единиц (СИ), по следующим критериям:

(a) Механические свойства металла шва, наплавленного с помощью сочетания определенного флюса и электрода определенного класса, как указано в табл. 5M и 6M.

(b) Условия термообработки, в процессе которой металл приобретает указанные свойства, в соответствии с п. 9.4 (см. также рис. 1M).

(c) Химический состав электрода (для сплошных электродов), как указано в табл. 1, или металла шва, наплавленного с применением определенного флюса (для композиционных электродов), как указано в табл. 2.

3.2 Сплошные электроды, отнесенные к одной классификации, не должны классифицироваться под другим обозначением согласно настоящим техническим условиям, за исключением сплошных электродов, отвечающих требованиям к химическому составу как для класса EL8, так и EL12 (табл. 1), которым могут быть присвоены оба этих обозначения. Композиционные электроды могут быть отнесены к нескольким классам при применении с различными флюсами. Флюсы могут быть отнесены к любому количеству классов для металла шва в любом или обоих из состояний (непосредственно после сварки и послесварочной обработки) или с использованием различных классов электродов. Сочетания флюс-электрод могут

классифицироваться в соответствии с A5.17 с использованием системы единиц, принятой в США, в соответствии с A5.17M с использованием системы СИ или по обоим этим вариантам. Комбинации флюс-электрод, классифицируемые совместно по A5.17 и A5.17M, должны соответствовать всем требованиям к классификации по каждой из систем. Системы классификации представлены на рис. 1U и 1M.

3.3 Электроды и флюсы, классифицированные согласно этим техническим условиям, предназначены для дуговой сварки под флюсом, однако, допускается использовать их и при любом другом способе сварки, для которого они будут признаны пригодными.

4. Приемка

Приемка электродов и флюсов должна производиться в соответствии с положениями последнего издания стандарта ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке.* (см. Приложение A3).

5. Сертификация

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или на самом изделии, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий (см. Приложение A4).

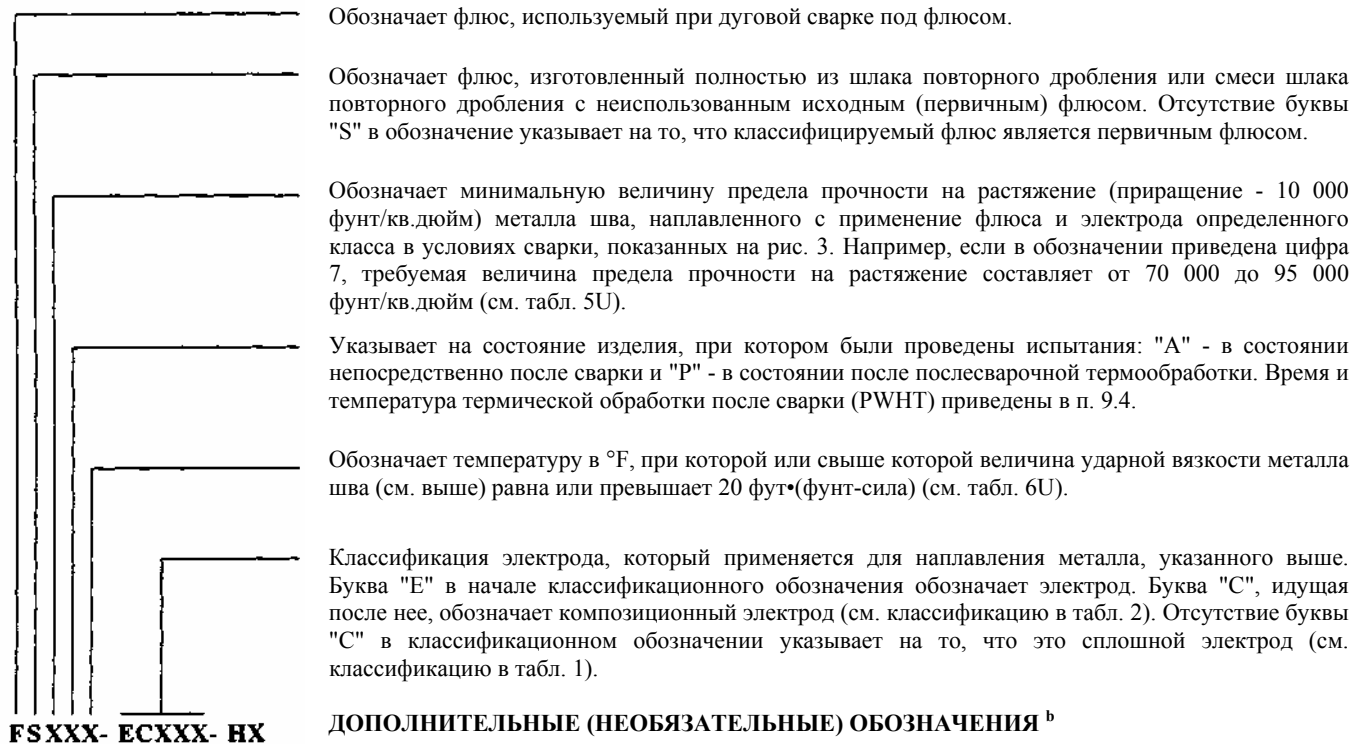
6. Единицы измерения и правила округления

6.1 В данных технических условиях использованы как единицы измерения, принятые в США, так и единицы Международной системы единиц (СИ). Результаты измерений в этих единицах не являются идентичными; поэтому каждая система должна использоваться независимо от другой, смешение их не допускается. Технические условия с обозначением A5.17 используют единицы измерения, принятые в США. В технических условиях, обозначенных как A5.17M, используются единицы СИ. Последние указаны в соответствующих столбцах таблиц и на рисунках, а в тексте обозначаются квадратными скобками []. Цифры в круглых скобках (), указанные в единицах измерения, принятых в США, эквивалентны единицам системы СИ у определенных величин. Цифры в квадратных скобках [], указанные в единицах измерения, принятых в США и используемых в тексте, представляют собой рациональные числа в единицах СИ.

6.2 Для определения соответствия настоящим техническим условиям испытательное или расчетное значение предела прочности на растяжение или предела текучести следует округлить с точностью до ближайших 1000 фунтов/кв.дюйм для A5.17 [до ближайшего 10 МПа для A5.17M], а другие значения — с точностью до ближайшей единицы в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E29, *Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия результатов испытаний техническим условиям.*

³ Стандарты ISO можно получить в Американском национальном институте стандартов (ANSI) по адресу: 11 West 42 Street, 13th Floor, New York, NY 10036-8002

РИС. 1U A5.17 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ, ПРИНЯТОЙ В США

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ^aДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ (НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ) ОБОЗНАЧЕНИЯ ^b

Дополнительное обозначение диффузионного водорода (см. табл. 7).

Примечания:

- (a) Комбинация этих обозначений составляет классификационное обозначение сочетания флюс-электрод.
- (b) Эти символы являются необязательными и не входят в состав обозначения комбинации флюс-электрод.

Примеры

F7A6-EM12K - полное обозначение комбинации флюс-электрод. Оно относится к флюсу, которым можно выполнить шов с пределом прочности на растяжение не ниже 70 000 - 95 000 фунт/кв.дюйм и ударной вязкостью, измеренной на образце с V-образным надрезом по Шарпи, не ниже 20 фут•(фунт-сила) при -60°F; при этом применяется электрод EM12K и поддерживаются условия сварки, указанные в настоящих технических условиях. Отсутствие буквы "S" на втором месте указывает на то, что используется первичный флюс.

F7P4-EC1 - полное обозначение комбинации флюс - композиционный электрод при указанной торговой марке электрода [см. 17.4.1(3)]. Оно относится к первичному флюсу, которым в сочетании с этим электродом можно выполнить шов, который в состоянии после термической обработки будет иметь предел прочности на растяжение от 70 000 до 95 000 фунт/кв.дюйм и при испытании на ударную вязкость с V-образным надрезом по Шарпи не менее 20 фут•(фунт-сила) при -40° F в условиях сварки, определяемых настоящими техническими условиями.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ СПЛОШНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация электродов	Номер по UNS ⁽³⁾	в % по массе ^{(1) (2)}						
		C	Mn	Si	S	P	Cu ⁽⁴⁾	Ti
Электроды из сплавов с низким содержанием марганца								
EL8	K01008	0,10	0,25/0,60	0,07	0,030	0,030	0,35	-
EL8K	K01009	0,10	0,25/0,60	0,10/0,25	0,030	0,030	0,35	-
EL12	K01012	0,04/0,14	0,25/0,60	0,10	0,030	0,030	0,35	-
Электроды из сплавов со средним содержанием марганца								
EM11K	K01111	0,07/0,15	1,00/1,50	0,65/0,85	0,030	0,025	0,35	-
EM12	K01112	0,06/0,15	0,80/1,25	0,10	0,030	0,030	0,35	-
EM12K	K01113	0,05/0,15	0,80/1,25	0,10/0,35	0,030	0,030	0,35	-
EM13K	K01313	0,06/0,16	0,90/1,40	0,35/0,75	0,030	0,030	0,35	-
EM14K	K01314	0,06/0,19	0,90/1,40	0,35/0,75	0,025	0,025	0,35	0,03/0,17
EM15K	K01515	0,10/0,20	0,80/1,25	0,10/0,35	0,030	0,030	0,35	-
Электроды из сплавов с высоким содержанием марганца								
EN10K	K01210	0,07/0,15	1,30/1,70	0,05/0,25	0,025	0,025	0,35	-
EN11K	K11140	0,07/0,15	1,40/1,85	0,80/1,15	0,030	0,030	0,35	-
EN12K	K01213	0,06/0,15	1,50/2,00	0,25/0,65	0,025	0,025	0,35	-
EN14	K11585	0,10/0,20	1,70/2,20	0,10	0,030	0,030	0,35	-
EG		Не определено						

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Электроды должны анализироваться на содержание определенных элементов, значения которых указаны в таблице. Если в ходе исследования обнаружены другие элементы (помимо железа), следует определить их общее содержание и убедиться, что оно не превышает 0,50 %.
- (2) Единственное значение соответствует максимальному.
- (3) Единая система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- (4) Величина предельного содержания меди включает любые медные покрытия, которые могут присутствовать на электроде.

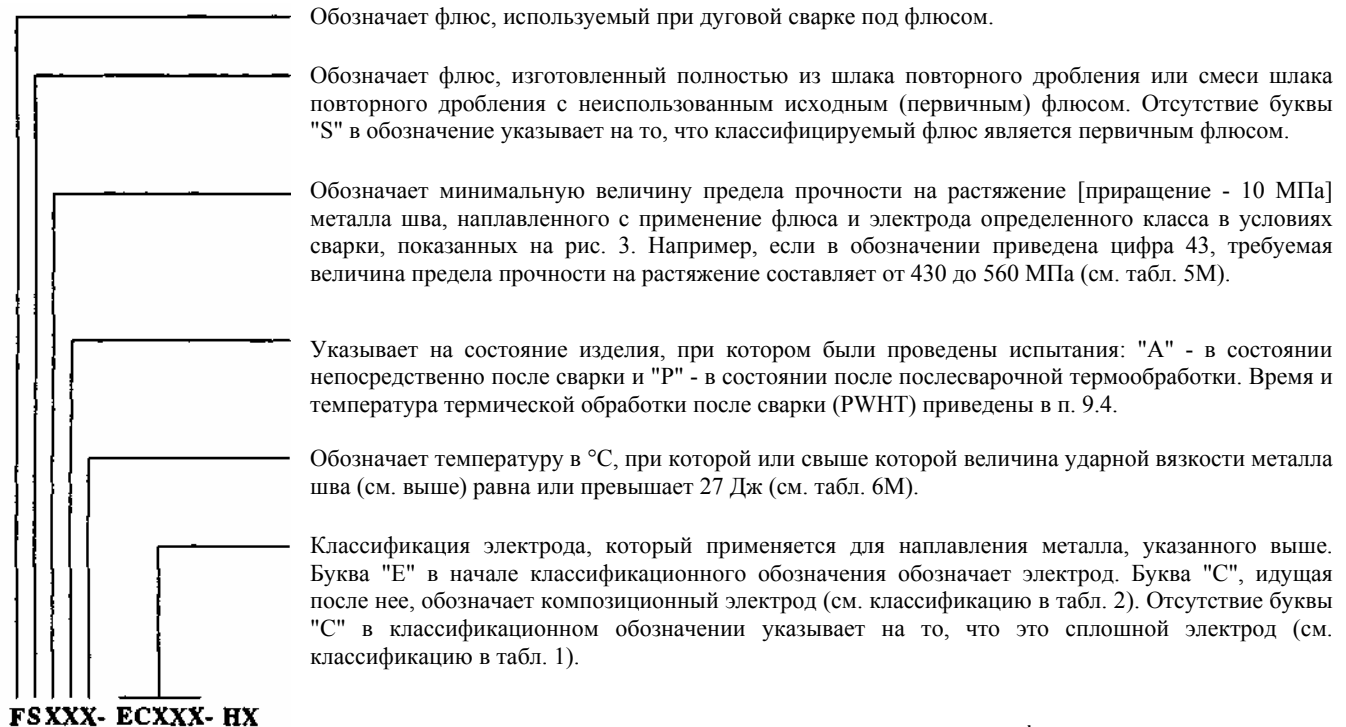
ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО С ПОМОЩЬЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация электродов	Номер по UNS ⁽⁴⁾	в % по массе ^{(1) (2) (3)}					
		C	Mn	Si	S	P	Cu
EC1	W06041	0,15	1,80	0,90	0,035	0,035	0,35
ECG		Не определено					

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Металл шва должен быть проанализирован на наличие элементов, значения содержания которых указаны в этой таблице. Если в ходе исследования обнаружены другие элементы (помимо железа), следует определить их общее содержание и убедиться, что оно не превышает 0,50 %.
- (2) Единственное значение соответствует максимальному.
- (3) Вместо наплавки, показанной на рис. 2, образец для химического анализа можно отобрать из участка уменьшенного сечения разрушенного образца для испытаний на растяжение (см. п. 12.1) или из подходящего места (или любого места, расположенного выше) в металле углового шва (см. рис. 3). В спорных случаях арбитражным является образец из наплавки.
- (4) Единая система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.

РИС. 1М А5.17М СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ (СИ)

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ^а**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ (НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ) ОБОЗНАЧЕНИЯ ^б**

Дополнительное обозначение диффузионного водорода (см. табл. 7).

Примечания:

- (а) Комбинация этих обозначений составляет классификационное обозначение сочетания флюс-электрод.
 (б) Эти символы являются необязательными и не входят в состав обозначения комбинации флюс-электрод.

Примеры

F43A2-EM12K - полное обозначение комбинации флюс-электрод. Оно относится к флюсу, которым можно выполнить шов с пределом прочности на растяжение не ниже 430 - 560 МПа и ударной вязкостью, измеренной на образце с V-образным надрезом по Шарпи, не ниже 27 Дж при -20°C; при этом применяется электрод EM12K и поддерживаются условия сварки, указанные в настоящих технических условиях. Отсутствие буквы "S" на втором месте указывает на то, что используется первичный флюс.

F48P6-EC1 - полное обозначение комбинации флюс - композиционный электрод при указанной торговой марке электрода [см. 17.4.1(3)]. Оно относится к первичному флюсу, которым в сочетании с этим электродом можно выполнить шов, который в состоянии после термической обработки будет иметь предел прочности на растяжение от 480 до 660 МПа и при испытании на ударную вязкость с V-образным надрезом по Шарпи не менее 27 Дж при -60° С в условиях сварки, определяемых настоящими техническими условиями.

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS	Химический анализ		Радиографический контроль	Испытание на растяжение	Испытание на удар	Определение содержания диффузионного водорода
	Электрод	Металл шва				
Все сплошные электроды	Требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Все композиционные электроды	Не требуется	Требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Все комбинации флюс - сплошной электрод	Не требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется ^a	b
Все комбинации флюс - композиционный электрод	Не требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется ^a	b

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. При наличии обозначения "Z" (удар) (что означает отсутствие требований к ударной вязкости — табл. 6U и 6M) испытание на удар проводить не нужно.
- b. Испытание по определению содержания диффузионного водорода требуется только в том случае, если это установлено покупателем или если производитель использует на ярлыке обозначение диффузионного водорода (см. также секции A3. и A6.4 в Приложении).

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

Испытания, необходимые для классификации сплошных электродов, композиционных электродов и комбинаций флюс-электрод, приведены в табл. 3.

7.1 Электроды

7.1.1 Сплошные электроды. Химический анализ электродов является единственным испытанием, требуемым для классификации сплошного электрода согласно настоящим техническим условиям. Химический анализ прутковых заготовок, из которых изготавливаются электроды, также применим - при условии, что при изготовлении электрода не изменяется химический состав материала.

7.1.2 Композиционные электроды. Химический анализ металла шва, наплавленного композиционным электродом с применением определенного флюса, является единственным испытанием, требуемым для классификации композиционного электрода согласно настоящим техническим условиям.

7.2 Флюсы. Испытания, указанные в табл. 3, служат для определения механических свойств и бездефектности металла шва, наплавленного с применением определенной комбинации флюс-электрод. Основной металл для сварных испытательных узлов, применяемые процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты испытаний представлены в секциях с 9 по 13.

7.3 Классификация флюса основана на стандартном размере электрода 5/32 дюйма [4,0 мм]. Если электроды такого размера не выпускаются производителем, то при классификационных испытаниях должны использоваться ближайшие к нему размеры. См. примечание (d) к таблице 3B.

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального испытательного узла или детали, либо из одного или разных новых узлов или деталей. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при

первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определенно установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла или испытательных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

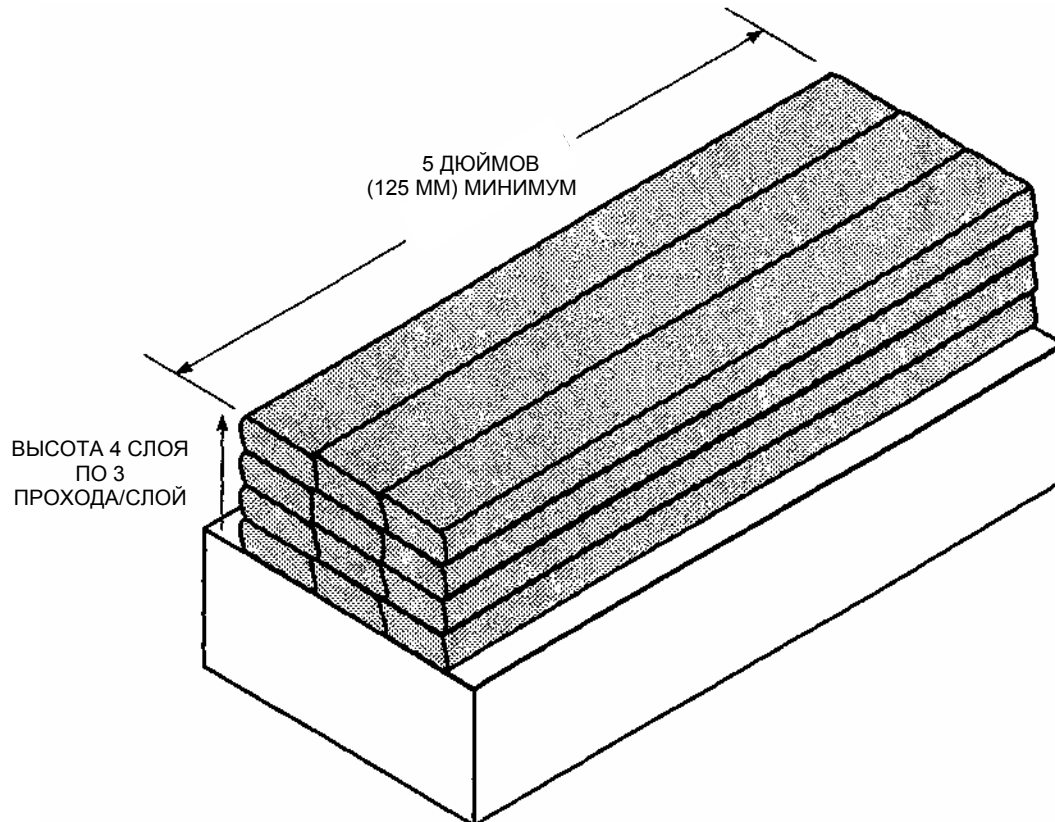
9. Испытательные сварные узлы

9.1 Требования к классификации

9.1.1 Классификация сплошных электродов. Для классификации сплошных электродов испытательных сварных узлов не требуется.

9.1.2 Классификация композиционных электродов. Для классификации композиционных электродов согласно данным техническим условиям требуется химический анализ металла шва, наплавленного композиционным электродом с применением определенного флюса. Испытательный сварной узел, показанный на рис. 2, соответствует требованиям классификации композиционных электродов. На рис. 2 показан эталонный испытательный сварной узел (наплавка) для химического анализа металла шва. В качестве альтернативы, образцы для химического анализа металла шва, наплавленного композиционным электродом, можно отбирать из шва с разделкой кромок (см. рис. 3A). Примечание (3) к табл. 2 допускает отбор образцов для химического анализа металла шва, наплавленного композиционным электродом, из участка уменьшенного сечения разрушенного образца для испытания на растяжение, показанного на рис. 5, или из подходящего места (или любого места, расположенного выше) металла шва с разделкой кромок (см. рис. 3A). В спорных случаях арбитражным является метод наплавки.

РИС. 2 НАПЛАВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛА ШВА



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Ширина и толщина листа основного металла могут иметь любые значения, соответствующие используемому диаметру электрода и величине тока при сварке.
- (2) Валики должны наплавляться при исключенных колебаниях. Условия сварки необходимо привести в соответствие с рекомендациями производителя.
- (3) Участки шва длиной 2 дюйма [50 мм], отмеренные от его начала и конца, отбрасываются. Верхнюю сторону удаляют, и образцы для химического анализа отбирают из нижележащего металла четвертого слоя наплавки.

9.1.3 Классификация комбинаций флюс-электрод. Для классификации каждой комбинации флюс - сплошной электрод или флюс - композиционный электрод необходимо испытать один испытательный узел с выполненным швом с разделкой кромок. Такой узел показан на рис. 3А и предназначен для определения механических свойств и бездефектности металла шва.

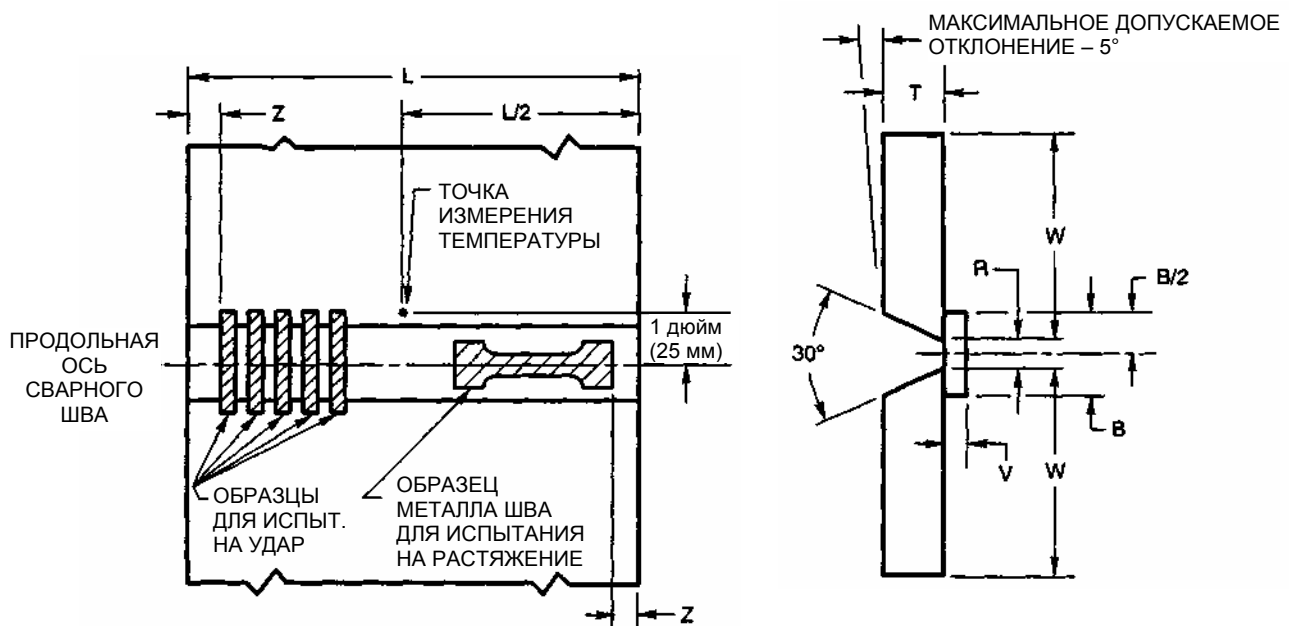
9.2 Подготовка. Подготовка каждого испытательного узла должна соответствовать указаниям пп. 9.3 и 9.4. Основной металл, используемый для наплавки и для испытательного узла со швом с разделкой кромок, определен в табл. 4 в соответствии с видом испытания и должен соответствовать требованиям соответствующих технических условий ASTM согласно табл. 4 или эквивалентных им ТУ. Испытание узлов должно производиться в соответствии с указаниями секций 10 - 13.

9.3 Наплавка. В случае композиционных электродов (для других случаев неприменимо) наплавка подготавливается в соответствии с рис. 2, кроме случаев, когда используется альтернативный вариант согласно п. 9.1.2. В качестве основного металла для наплавки используется металл любого подходящего размера и типа, указанного в табл. 4. Поверхность основного металла, на которую

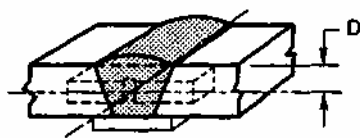
наносится присадочный металл, должна быть чистой. Наплавка должна быть выполнена в нижней позиции сварки, по три прохода на слой, высота 4 слоя, с применением флюса, для которого предназначен электрод данного класса. Температура предварительного нагрева должна быть не меньше 60°F [15°C] а температура между проходами не должна превышать 325°F [165°C]. Шлак следует удалять после каждого прохода. Наплавку можно закалять в воде между проходами, но перед началом каждого прохода она должна быть сухой. Испытание должно проводиться согласно указаниям секции 10, "Химический анализ".

9.4 Определение механических свойств и бездефектности швов с разделкой кромок. Для классификации комбинации флюс-электрод подготовку и сварку испытательного узла следует выполнять согласно рис. 3А с применением основного металла подходящего типа (см.Табл. 4). Перед сваркой узел можно предварительно установить как показано на рисунке, с тем чтобы полученный шов был достаточно плоским для облегчения отбора испытательных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы коробление не превышало 5°.

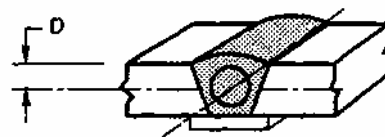
РИС.3А ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ С УГЛОВЫМ ШВОМ



(А) КОНФИГУРАЦИЯ СОЕДИНЕНИЯ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ



(В) РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА УДАР



(С) РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Символ	Размеры	дюйм	мм
L	Длина (не менее)	12	305
T	Толщина	$1 \pm 1/16$	$25 \pm 1,5$
W	Ширина (не менее)	5	127
V	Толщина подкладки	$1/2 \pm 1/16$	$13 \pm 1,5$
D	Центр образца	$3/8 \pm 1/32$	$9,5 \pm 1,0$
B	Ширина подкладки (не менее)	2	50
R	Зазор между кромками	$1/2 \pm 1/16$	$13 \pm 1,5$
Z	Обрезка (не менее)	1	25

РИС.3В ПАРАМЕТРЫ СВАРКИ УГЛОВОГО ШВА

Условия сварки для сплошных электродов ^{a,b,c}										
Размер электрода ^d		Сварочный ток (A) ^f	Напряжение дуги (В)	Вылет электрода ^g		Скорость прохода сварки		Род тока ^h	Темпера- тура предвари- тельного нагрева ⁱ	Температура между проходами ⁱ
дюйм	мм ^e			дюйм	мм	дюйм/мин (±1)	мм/с (±0.5)			
1/16	1,6	от 250 до 350	от 26 до 29	от 1/2 до 3/4	от 13 до 19	12	5,0	Постоянный или переменный ток любой полярности	60-325°F [15-165°C]	275-325°F [135-165°C]
5/64	2,0	от 300 до 400	от 26 до 29	от 1/2 до 3/4	от 13 до 19	13	5,5			
3/32	2,4	от 350 до 450	от 27 до 30	от 3/4 до 1 -1/4	от 19 до 32	14	6,0			
-	2,5	от 350 до 450	от 27 до 30	от 3/4 до 1-1/4	от 19 до 32	14	6,0			
7/64	2,8	от 400 до 500	от 27 до 30	от 3/4 до 1 -1/4	от 19 до 32	14	6,0			
-	3,0	от 400 до 500	от 27 до 30	от 1 до 1 -1/2	от 25 до 38	15	6,5			
1/8	3,2	от 425 до 525	от 27 до 30	от 1 до 1 -1/2	от 25 до 38	15	6,5			
5/32	4,0	от 475 до 575	от 27 до 30	от 1 до 1 -1/2	от 25 до 38	16	7,0			
3/16	4,8	от 525 до 625	от 27 до 30	от 1 до 1 -1/2	от 25 до 38	17	7,0			
-	5,0	от 550 до 650	от 27 до 30	от 1 до 1-1/2	от 25 до 38	17	7,0			
7/32	5,6	от 575 до 675	от 28 до 31	от 1-1/4 до 1-3/4	от 32 до 44	18	7,5			
-	6,0	от 625 до 725	от 28 до 31	от 1-1/4 до1-3/4	от 32 до 44	19	8,0			
1/4	6,4	от 700 до 800	от 28 до 32	от 1-1/2 до 2	от 38 до 50	20	8,5			

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Величины, выраженные в дюймах или в дюйм/мин, относятся к A5.17. Величины, выраженные в мм или в мм/с, относятся к A5.17M.
- (b) Указанные условия сварки относятся к полуавтоматической и автоматической сварке с проходом по прямой (без поперечных колебаний электрода). Сварка выполняется в нижней (F) позиции. Первый слой наплавляется за 1-2 прохода. Все остальные слои наносятся за 2-3 прохода, за исключением последнего, который требует 3 или 4 прохода. Готовый шов должен быть выполнен, по меньшей мере, заподлицо с поверхностью испытательного листа.
- (c) Условия сварки композиционным электродом должны быть оговорены между поставщиком и покупателем.
- (d) Классификация должна быть основана на свойствах металла шва, выполненного электродами калибра 5/32 дюйма [4,0 мм] ближайшего существующего размера, если 5/32-дюймовые [4,0 мм] в промышленности не выпускаются. Условия, приведенные выше для электродов, отличных от 5/32-дюймовых [4,0 мм], используются тогда, когда на них основана классификация, или когда они необходимы для приемочных испытаний партии в соответствии со стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке* (если иное не оговорено покупателем в заказе).
- (e) 4,8 мм, 5,6 мм и 6,4 мм согласно ISO 864:1988 не являются стандартными размерами.
- (f) Первый слой может наплавляться при более низком сварочном токе.
- (g) Вылет электрода представляет собой расстояние между мундштуком и рабочей поверхностью. Если производитель электродов рекомендует эту величину, выходящую за пределы приведенного в данном документе диапазона, его рекомендации следует выполнять в пределах ±1/4 дюйма [6,5 мм].
- (h) В случае возникновения споров за эталонный ток принимается DCEP (постоянный ток при положительной полярности электрода).
- (i) При наплавлении первого валика температура узла должна находиться в диапазоне от 60 до 325°F [от 15 до 165°C]. Сварку следует продолжать, нанося валик за валиком, вплоть до достижения температуры в заданном диапазоне температур между проходами. После этого наплавление последующих валиков можно начинать только в том случае, если температура узла не выходит за пределы, заданные для температуры между проходами сварки. Точка измерения температуры находится на середине длины узла, на расстоянии приблизительно 1 дюйма [25 мм] от осевой линии шва.

ТАБЛИЦА 4
ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Испытательная сборка	Тип	Технические условия ASTM ⁽¹⁾	Номер по UNS ⁽²⁾
Наплавка для химического анализа	Углеродистая сталь	A29 марка 1015	G10150
		A29 марка 1020	G10200
		A36	K02600
		A285 марка A	K01700
		A285 марка B	K02200
		A285 марка C	K02801
		A285 марка D	K02702
		A515 марка 70	K03101
Шов с разделкой кромок (см. рис.3)	Углеродистая сталь	A516 марка 70	K02700
		A36	K02600
		A285 марка A	K01700
		A285 марка B	K02200
		A285 марка C	K02801
		A285 марка D	K02702
		A515 марка 70	K03101
		A516 марка 70	K02700

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Можно использовать химически эквивалентную сталь. В случае возникновения споров эталонной сталью считается рекомендуемая стандартом ASTM A36.
- (2) В соответствии с классификацией, приведенной в стандарте ASTM DS-56, SAE HS-1, Металлы и сплавы в Единой системе числового обозначения.

Если коробление превышает 5°, узел следует отбраковать. Выпрямление испытательных узлов не допускается. Испытание проводят согласно указаниям секций 10 - 13, причем узел испытывают либо в состоянии непосредственно после сварки, либо после сварки и термической обработки, в зависимости от класса металла шва (см. рис. 1U и 1M).

Если испытания следует проводить в каждом из этих состояний, должны быть подготовлены два таких узла или один узел, имеющий достаточную длину, чтобы отобрать образцы для испытаний в обоих состояниях. В последнем случае узел следует разрезать поперек шва на две части; первая часть испытывается в состоянии непосредственно после сварки, а другая часть - после сварки и термообработки.

Термическая обработка шва должна проводиться при 1150 ± 25°F [620 ± 15°C] в течение 1 ч (-0, + 15 мин). После помещения узла в печь температуру в ней следует поддерживать на уровне не выше 600°F [315°C]. Скорость нагревания от этой температуры до температуры выдержки 1150 ± 25°F [620 ± 15°C] не должна превышать 400°F в час [220°C в час]. По истечении времени выдержки узел охлаждают в печи до температуры менее 600°F [315°C] со скоростью не более 350°F в час [195°C в час]. Узел может быть вынут из печи при любой температуре менее 600°F [315°C] и охлаждаться далее на открытом воздухе.

9.5 Диффузионный водород. В тех случаях, когда в обозначении класса комбинации флюс-электрод присутствует дополнительное обозначение диффузионного водорода, необходимо произвести подготовку, выполнить сварку и испытания четырех образцов в соответствии с указаниями секции 14,

Испытание по определению содержания диффузионного водорода.

10. Химический анализ

10.1 Образец сплошного электрода должен быть подготовлен для химического анализа. Химический анализ прутковых заготовок, из которых изготавливаются электроды, также применим - при условии, что при изготовлении электрода не изменяется химический состав материала. При проведении анализа сплошного электрода на содержание элементов, входящих в состав покрытия (например, омеднения), покрытие не удаляется. При анализе электрода на элементы, отсутствующие в покрытии, оно должна быть удалено, если его наличие может повлиять на результаты анализа. Анализ прутковых заготовок в отношении элементов, отсутствующих в покрытии, можно провести до нанесения покрытия. В этом случае анализ элементов, содержащихся в покрытии, проводится на готовом электроде.

10.2 Анализ химического состава композиционных электродов проводят на металле шва. Образец для анализа отбирают из металла шва, наплавленного этим электродом с применением флюса, в комбинации с которым он классифицируется. Образец получают из наплавки (см. рис. 2), из участка уменьшенного сечения разрушенного образца для испытаний на растяжение (см. п. 12.1), или из подходящего места (или из места, расположенного выше) в металле шва с разделкой кромок, показанного на рис. 3А. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки.

Верхнюю часть наплавки, рассмотренной в п. 9.3 и показанной на рис. 2, необходимо удалить и

отбраковать. Образец для анализа следует получить из нижележащего металла с применением необходимых механических средств. Образец не должен содержать шлака.

Варианты образцов, альтернативные наплавке, описанной выше и в п. 9.1.2, следует подготовить к химическому анализу любым подходящим механическим способом.

10.3 Образец необходимо подвергнуть анализу с помощью приемлемых методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E350 *Методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого и сварочного железа*.

10.4 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 или 2, в соответствии с классом испытываемого электрода.

11. Радиографический контроль

11.1 Шов с разделкой кромок, описанный в п. 9.4 и показанный на рис. 3А, необходимо подвергнуть радиографическому контролю для определения бездефектности металла шва. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основного металла. Обе поверхности испытательного узла в зоне шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации радиографических снимков.

11.2 Процедура радиографического контроля должна соответствовать указаниям стандарта ASTM E142, *Метод контроля качества снимков при радиографическом контроле*. Должен использоваться уровень качества контроля 2-2Т.

11.3 Металл шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявили следующее:

(a) Отсутствие трещин, неполного сплавления или проплавления

(b) Отсутствие шлаковых включений длиной свыше 5/16 дюйма [8 мм] и групп шлаковых включений, расположенных вдоль одной линии и имеющих совокупную длину более 1 дюйма [25 мм] при длине испытываемого участка 12 дюймов [300 мм], кроме случаев, когда расстояние между соседними включениями превышает 6-кратную длину самого длинного включения в группе, а также

(c) Отсутствие скругленных индикаторных следов помимо тех, которые допускаются радиографическими эталонами, показанными на рис. 4.

При оценке радиографического снимка участки длиной 1 дюйм [25 мм] шва с каждого конца испытательного узла не должны приниматься во внимание.

11.3.1 Скругленным индикаторным следом является такой индикаторный след на радиографическом снимке, длина которого не превышает трехкратного значения ширины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую или неправильную форму и могут иметь "хвосты". Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая "хвост", если он присутствует.

11.3.2 Если наибольший размер индикаторного следа не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], им можно

пренебречь. Испытательные узлы с индикаторными следами большими, чем наибольшие индикаторные следы, допустимые радиографическими эталонами, не отвечают требованиям данных технических условий.

12. Испытание на растяжение

12.1 Один стандартный круглый образец металла шва для испытания на растяжение должен быть получен механическим способом из шва с разделкой кромок, показанного на рис. 3А и описанного в п. 9.4, в соответствии со стандартом ANSI/AWS B4.0, *Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик сварных швов*. Образец для испытания на растяжение должен иметь номинальный диаметр 0,500 дюйма [12,5 мм] и номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4:1.

12.2 Образец следует испытывать согласно секции, посвященной испытаниям на растяжение, в последнем издании стандарта ANSI/AWS B4.0, *Стандартные методы испытаний для определения механических свойств сварных швов*.

12.3 Результаты испытаний на растяжение должны отвечать требованиям, установленным в таблице 5U или 5M, в зависимости от случая.

13. Испытание на удар

13.1 Для классов, требующих проведения испытаний на удар в соответствии с табл. 3, необходимо механическим способом отобрать из испытательного узла, показанного на рис. 3А, пять образцов с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи в соответствии с секцией "Испытания сварных швов на трещиностойкость" стандарта ANSI/AWS B4.0.

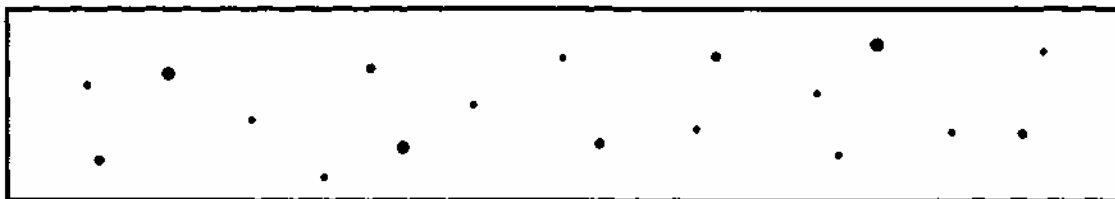
Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность образца с V-образным надрезом для испытаний по Шарпи должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм]. Другие две поверхности должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхностью прямой угол с отклонением не более ± 10 угловых минут. Надрез должен быть выполнен механическими средствами достаточно гладким и должен быть перпендикулярен продольным кромкам образца с допуском 1 градус.

Геометрия надреза должна быть измерена по крайней мере у одного образца из пяти. Измерение выполняется при не менее чем 50-кратном увеличении на проекционно-контрольном приборе или металлографическом микроскопе. Правильное расположение надреза необходимо проверить травлением до или после механической обработки.

13.2 Пять образцов должны быть испытаны в соответствии с требованиями секции стандарта ANSI/AWS B4.0, посвященной испытанию на удар. Температура испытания должна соответствовать указаниям табл. 6U или 6M, в зависимости от случая, для соответствующего класса материала.

13.3U При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. Два из оставшихся трех значений должны быть равными или превышать установленный уровень энергии в 20 фут•(фунт-сила). Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 15 фут•(фунт-сила), а среднее из трех значений не должно быть менее заданного значения уровня энергии 20 фут•(фунт-сила).

РИС. 4 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ

**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

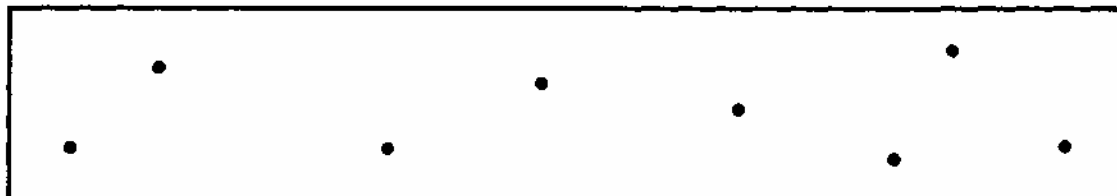
ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ 1/64 ДЮЙМА [0,4 ММ] ДО 1/16 ДЮЙМА [1,6 ММ]

ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 ДЮЙМОВ [150 ММ] РАВНО 18 ПРИ СЛЕДУЮЩИХ ОГРАНИЧЕНИЯХ:

КРУПНЫЕ: ОТ 3/64 ДЮЙМА [1,2 ММ] ДО 1/16 ДЮЙМА [1,6 ММ] - ДОПУСКАЕТСЯ 3.

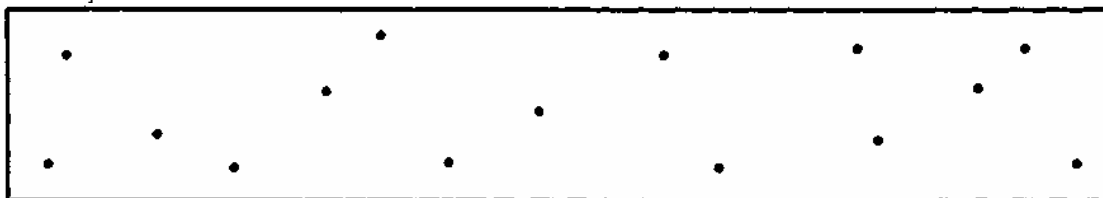
СРЕДНИЕ: ОТ 1/32 ДЮЙМА [0,8 ММ] ДО 3/64 ДЮЙМА [1,2 ММ] - ДОПУСКАЕТСЯ 5.

МЕЛКИЕ: ОТ 1/64 ДЮЙМА [0,4 ММ] ДО 1/32 ДЮЙМА [0,8 ММ] - ДОПУСКАЕТСЯ 10.

**(Б) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

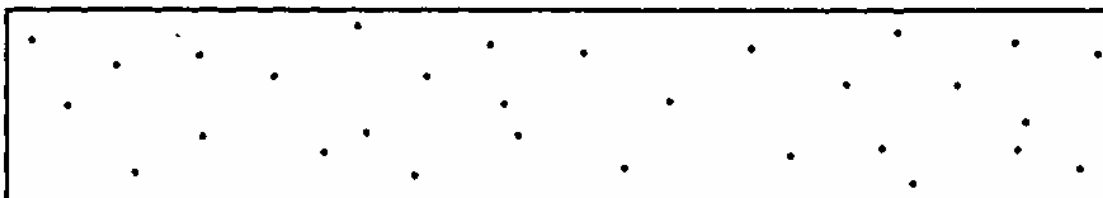
ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ 3/64 ДЮЙМА [1,2 ММ] ДО 1/16 ДЮЙМА [1,6 ММ]

ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 ДЮЙМОВ [150 ММ] РАВНО 8

**(В) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ 1/32 ДЮЙМА [0,8 ММ] ДО 3/64 ДЮЙМА [1,2 ММ]

ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 ДЮЙМОВ [150 ММ] РАВНО 15

**(Г) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ 1/64 ДЮЙМА [0,4 ММ] ДО 1/32 ДЮЙМА [0,8 ММ]

ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 ДЮЙМОВ [150 ММ] РАВНО 30

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Для определения соответствия настоящим техническим условиям должна использоваться карта, наиболее близко соответствующая по размеру скругленных индикаторных следов радиографическому снимку испытательного узла. Скругленные индикаторные следы размером менее 1/64 дюйма [0,4 мм] не учитываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
- (2) Настоящие радиографические требования относятся к испытательным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более строгими, чем применяемые на производстве. Эти требования эквивалентны эталонам степени 1 в технических условиях ANSI/AWS A5.1, *Технические требования к металлическим покрытым электродам из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа*.

ТАБЛИЦА 5U
A5.17 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЯ НА
РАСТЯЖЕНИЕ

Классы комбинаций флюс-электрод ⁽¹⁾	Предел прочности на растяжение, фунт/кв.дюйм	Предел текучести, ⁽²⁾ фунт/кв.дюйм	Относительное удлинение, ⁽²⁾ %
F6XX-EXXX	60 000-80 000	48 000	22
F7XX-EXXX	70 000-95 000	58 000	22

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Буква "S", идущая после "F" в классификационном обозначении флюса, означает, что флюс классифицируется как шлак повторного дробления или его смесь с первичным флюсом. Буква "C" после "E" означает, что классифицируемый электрод является композиционным. Буква "X", указанная на различных позициях обозначений в данной таблице, означает, соответственно, условия термообработки, прочность металла шва или класс электрода. Относительно полного разъяснения символов классификационных обозначений см. рис. 1U.
- (2) Минимальные требования. Предел текучести при смещения по оси деформации 0,2% и относительное удлинение на расчетной длине 2 дюйма.

ТАБЛИЦА 5M
A5.17M ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЯ НА
РАСТЯЖЕНИЕ

Классы комбинаций флюс-электрод ⁽¹⁾	Предел прочности на растяжение, МПа	Предел текучести ⁽²⁾ МПа	Относительное удлинение, ⁽²⁾ %
F43XX-EXXX	430-560	330	22
F48XX-EXXX	480-660	400	22

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Буква "S", идущая после "F" в классификационном обозначении флюса, означает, что флюс классифицируется как шлак повторного дробления или его смесь с первичным флюсом. Буква "C" после "E" означает, что классифицируемый электрод является композиционным. Буква "X", указанная на различных позициях обозначений в данной таблице, означает, соответственно, условия термообработки, прочность металла шва или класс электрода. Относительно полного разъяснения символов классификационных обозначений см. рис. 1M.
- (2) Минимальные требования. Предел текучести при смещения по оси деформации 0,2% и относительное удлинение на расчетной длине 51 мм.

13.3M При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. Два из оставшихся трех значений должны быть равными или превышать установленный уровень энергии в 27 Дж. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 20 Дж, а среднее из трех значений не должно быть менее заданного значения уровня энергии 27 Дж.

14. Испытание на содержание диффузионного водорода

14.1 Каждая комбинация флюс-электрод, подлежащая обозначению символом диффузионного водорода, должна быть испытана в состоянии после изготовления по одной из методик, приведенных в стандарте ANSI/AWS A4.3, *Сварка дуговая. Стандартные методы определения содержания диф-*

ТАБЛИЦА 6U
A5.17 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ
ИСПЫТАНИЯ НА УДАР^{(1) (2)}

Цифры в обозначении	Максимальная температура испытания, °F	Минимальный средний уровень энергии
0	0	
2	-20	
4	-40	20 фут•(фунт-сила)
5	-50	
6	-60	
8	-80	
Z	Требования отсутствуют	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) На основе результатов испытания на удар металла шва производитель должен ввести в классификационное обозначение соответствующую цифру из приведенной выше таблицы (Табл. 6U), как показано на рис. 1U.
- (2) Металл шва, наплавленный с применением конкретной комбинации флюс-электрод и отвечающий требованиям к ударной вязкости при заданной температуре, также соответствует требованиям к ударной вязкости при более высокой температуре согласно данной таблице (т.е., металл шва, отвечающий требованиям для цифры 5, будет также соответствовать требованиям для цифр 4, 2, 0 и символа Z).

ТАБЛИЦА 6M
A5.17 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЯ НА
УДАР^{(1) (2)}

Цифры в обозначении	Максимальная температура испытания, °C	Минимальный средний уровень энергии
0	0	
2	-20	
3	-30	27 Дж
4	-40	
5	-50	
6	-60	
Z	Требования отсутствуют	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) На основе результатов испытания на удар металла шва производитель должен ввести в классификационное обозначение соответствующую цифру из приведенной выше таблицы (Табл. 6M), как показано на рис. 1M.
- (2) Металл шва, наплавленный с применением конкретной комбинации флюс-электрод и отвечающий требованиям к ударной вязкости при заданной температуре, также соответствует требованиям к ударной вязкости при более высокой температуре согласно данной таблице (т.е., металл шва, отвечающий требованиям для цифры 5, будет также соответствовать требованиям для цифр 4, 3, 2 0 и символа Z).

фузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва. Для испытания по определению содержания диффузионного водорода должна использоваться процедура сварки, показанная на рис. 3B на примере испытательного узла со сварным швом с разделкой кромок. При этом скорость перемещения сварки можно увеличить до 28 дюйм/мин [12 мм/с]. Это изменение скорости перемещения сварки допускается в целях обеспечения требуемой для испытания ширины наплавленного валика шва. Электрод, флюс или оба могут быть подвергнуты обжигу для восстановления перед испытанием содержания влаги, которое имело место в состоянии изделия непосредственно после

ТАБЛИЦА 7

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИФфуЗИОННОГО ВОДОРОДА⁽¹⁾

Классификационное обозначение комбинации флюс-электрод по AWS	Дополнительное (необязательное) обозначения диффузионного водорода ⁽²⁾	Максимальное среднее содержание диффузионного водорода ⁽³⁾ (в мл на 100 г наплавленного металла)
Все	H16	16,0
Все	H8	8,0
Все	H4	4,0
Все	H2	2,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Испытание по определению содержания диффузионного водорода требуется только в том случае, если это оговорено покупателем или если производитель использует на бирке обозначение диффузионного водорода (см. также секции A3 и A6.4 в Приложении).
- (2) Соответствующий символ диффузионного водорода указывается в конце полного классификационного обозначения комбинации флюс-электрод (см. рис. 1U и 1M).
- (3) Комбинации флюс-электрод, соответствующие символу H2, будут также применимы и к H4, H8 и H16. Комбинации флюс-электрод, соответствующие символу H4, будут также применимы и к H8 и H16. Комбинации флюс-электрод, соответствующие символу H8, будут также применимы и к H16.

изготовления. После этого в протоколе испытаний необходимо указать время и температуру обжига. По вопросу времени и температуры обжига, необходимого для восстановления характеристик изделия как в состоянии непосредственно после изготовления, следует проконсультироваться с производителем(-ями) электродов и флюса. Символ диффузионного водорода может быть добавлен к классификационному обозначению в соответствии со средним значением результата испытаний согласно требованиям таблицы 7.

14.2 Для сертификации соответствия требованиям в отношении диффузионного водорода эталонные атмосферные условия во время сварки должны характеризоваться абсолютной влажностью 10 гран водяного пара на фунт сухого воздуха [1,5 г/кг]. Фактические атмосферные условия должны быть указаны наряду со средним значением содержания диффузионного водорода в соответствии со стандартом ANSI/AWS A4.3.

14.3 Если абсолютная влажность во время подготовки испытательного узла равна или превышает эталонное значение, испытание считается удовлетворяющим требованиям данных технических условий при условии, что фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям в отношении диффузионного водорода для применяемого необязательного дополнительного обозначения в соответствии с указаниями табл. 7.

РАЗДЕЛ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

15. Метод изготовления

Электроды и флюсы, классифицируемые согласно настоящим техническим условиям, могут быть изготовлены любым методом, который обеспечит получение материалов, отвечающих требованиям технических условий.

15.1 Шлаки повторного дробления. Шлак, образующийся в ходе сварочного процесса, и подвергнутый в дальнейшем дроблению с целью использования в качестве сварочного флюса, называется шлаком повторного дробления. Шлаки повторного дробления и их смеси с неиспользованным (первичным) флюсом могут классифицироваться как сварочный флюс в соответствии с настоящими техническими условиями. Если классифицируемый флюс представляет собой

ТАБЛИЦА 8U
A5.17 СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ
ЭЛЕКТРОДОВ⁽¹⁾

Диаметр (дюймов)	Допуски (± дюймов)	
	Сплошной электрод (E)	Композиционный электрод (EC)
1/16 или 0,062	0,002	0,003
5/64 или 0,078	0,002	0,003
3/32 или 0,094	0,002	0,003
7/64 или 0,109	0,003	0,004
1/8 или 0,125	0,003	0,004
5/32 или 0,156	0,004	0,005
3/16 или 0,188	0,004	0,005
7/32 или 0,219	0,004	0,005
1/4 или 0,250	0,004	0,005

ПРИМЕЧАНИЕ:

- (1) Другие размеры и допуски допускаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

шлак повторного дробления или смесь такого шлака с первичным флюсом, вводится обязательное классификационное обозначение "S", как показано на рис. 1U и 1M. (См. A6.1.5 в Приложении.)

16. Требования к электродам

16.1 Стандартные размеры. Стандартные размеры электродов в различного вида упаковках (бухты без бобин, бухты с бобинами и барабаны) должны соответствовать указанным в табл. 8U или 8M, в зависимости от случая.

16.2 Чистовая обработка и однородность

16.2.1 Все электроды должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалин, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения в композиционных электродах) инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

16.2.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть изготовлен из одной партии или плавки материала. Сварные швы, если они есть, должны быть выполнены так, чтобы не мешать

ТАБЛИЦА 8M
A5.17M СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ
ЭЛЕКТРОДОВ⁽¹⁾

Диаметр (мм)	Допуски (мм)	
	Сплошной электрод (E)	Композиционный электрод (ЕС)
1,6	±0,04	+0,04, - 0,05
2		
2,4		
2,5		
2,8	±0,06	+0,06, - 0,08
3		
3,2		
4		
4,8		
5		
5,6		
6		
6,4		

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Другие размеры и допуски допускаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

равномерной бесперебойной подаче электрода на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

16.2.3 Компоненты сердцевины композиционных электродов должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не ухудшать рабочие характеристики электрода и свойства металла шва.

16.2.4 На любой тип электрода, рассмотренный в настоящих технических условиях, может быть нанесено подходящее защитное покрытие, например, медное (омеднение).

16.3 Стандартные формы упаковок

16.3.1 Стандартными формами упаковки являются бухты с бобиной, бухты без бобин и барабаны. Стандартные размеры и вес каждой формы упаковки приведены в таблице 9. Иные типы упаковки, размеры и веса должны оговариваться между покупателем и поставщиком.

16.3.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

16.3.3 Барабаны должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию электродов при транспортировке в обычных условиях, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять электроды в чистоте.

16.4 Требования к намотке

16.4.1 Электроды должны быть намотаны без перекручивания, извивов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец электрода (тот конец, с которого будет начинаться сварка)

необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить, и закреплен, чтобы предотвратить разматывание.

16.4.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должна обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

16.5 Маркировка электродов

16.5.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям секции 16.7 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту и барабан.

16.5.2 Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу проволоки в бухте.

16.5.3 Для бухт с бобиной такая этикетка прочно закрепляется на видимом месте бобины.

16.5.4 Барабаны должны иметь такую информацию, прочно нанесенной на видимом месте на боковой стороне.

16.6 Упаковка. Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

16.7 Маркировка упаковок

16.7.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS ;

(b) Наименование поставщика и торговая марка;

(c) В случае композиционного электрода - торговая марка флюса(-ов), с которым(-ыми) сочетается состав металла шва в соответствии с требованиями табл. 2;

(d) Размер и масса нетто;

(e) Номер партии, контроля или плавки.

16.7.2 Как минимум, следующая информация о мерах предосторожности должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению данную информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ТАБЛИЦА 9
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС^{(1) (2)}

	Размер электрода ⁽³⁾		Вес нетто бухты ⁽⁴⁾		Внутренний диаметр бобины		Ширина бухты, не более		Наружный диаметр бухты, не более	
	дюйм	мм	фунт	кг	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Бухты с бобинами	1/16 - 1/4		25 50 60 65		12 ± 1/8		2 1/2 или 4 5/8		17 1/2 или 17	
		1,6-6,4		12 15 20 25 30		300 + 15, -0		(5)		(5)
	3/32 - 1/4		100 150 200		(5)		5		31 1/2	
		2,4-6,4		45 70 90 100		610 ± 10		130		800
Бухты без бобин	1/16 - 1/4	1,6-6,4	По соглашению между покупателем и поставщиком							
Барабаны	1/16 - 1/4	1,6-6,4	По соглашению между покупателем и поставщиком							

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Величины, выраженные в дюймах или в фунтах, относятся к A5.17. Величины, выраженные в мм или в кг, относятся к A5.17M.
 (2) Другие размеры и вес допускаются по соглашению между поставщиком и покупателем.
 (3) Диапазон размеров включает крайние значения.
 (4) Вес нетто не должен колебаться более чем на 10%.
 (5) Этот размер должен быть согласован между поставщиком и покупателем.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может вызвать повреждение глаз и ожоги кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед использованием прочтите и примите к сведению инструкции производителя, инструкции по технике безопасности, сертификаты безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, принятые на вашем предприятии.
- Держите голову вне потока дыма.
- Применяйте достаточную вентиляцию, вытяжку в зоне дуги или их сочетание, чтобы удалить дым и газы из зоны дыхания и из всего помещения.
- Пользуйтесь правильно подобранными защитными средствами для глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- См. стандарт ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, опубликованный Американским обществом по сварке (AWS), 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126 и стандарты Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA) 29 CFR 1910, имеющиеся в Отделе печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия, 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ПАМЯТКУ

17. Требования к флюсам

17.1 Форма и размер частиц. Флюс должен быть в виде гранул и обладать способностью свободного течения через трубки, вентили и насадки для его подачи в стандартном оборудовании для дуговой сварки под флюсом. Размер частиц в настоящих технических условиях не оговаривается, но в случае возникновения такого вопроса он решается по соглашению между покупателем и поставщиком.

17.2 Применимость. Флюс должен обеспечивать получение равномерных валиков правильной формы, плавно переходящих друг в друга и в основной металл. Подрез, если он возникает, не должен быть настолько глубоким и широким, чтобы его нельзя было перекрыть следующим валиком.

17.3 Упаковка

17.3.1 Флюс должен быть упакован так, чтобы предотвратить повреждение при транспортировке.

17.3.2 При нахождении в исходном невскрытом контейнере флюс должен выдерживать хранение в обычных условиях не менее 6 месяцев без ухудшения сварочных характеристик или свойств металла шва, наплавленного с его применением. Если необходимо обеспечить улучшенные характеристики материала, допускается нагрев флюса с целью его подсушивания. Пользуйтесь специальными рекомендациями производителя.

17.4 Маркировка упаковки

17.4.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS;

(b) Наименование поставщика и торговая марка (в случае шлака повторного дробления поставщиком будет считаться организация, производившая дробление шлака). (См. также A6.1.5 в Приложении);

(c) Торговая марка каждого композиционного электрода, в сочетании с которым производитель классифицировал данный флюс (если это применимо);

(d) Вес нетто;

(e) Номер партии, контроля или плавки;

(f) Размер частиц, если флюс данной торговой марки выпускается с различными размерами частиц.

17.4.2 Все единицы упаковок флюса маркируются в соответствии с указаниями п. 16.7.2 для электродов.

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS

для металлических электродов из углеродистой стали и флюсов для дуговой сварки под флюсом

A08 (Данное приложение не является частью ANSI/AWS A5.17/A5.17M-97 (R2007), *Электроды из углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия*, и включено только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов и флюсов с их предполагаемым применением, чтобы технические условия использовались эффективно. Ссылка на соответствующие технические условия на основной металл дана там, где это возможно и где это может оказаться полезным. Такие ссылки призваны служить только примером, а не полным перечнем основных металлов, для которых пригодна каждая из комбинаций электрода и флюса.

A2. Система классификации

A2.1 Классификация электродов

Используемая в данных технических условиях система классификации электродов соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Буква "E" (или "EC" в случае композиционных электродов) в начале каждого классификационного обозначения означает "электрод". Остальная часть обозначения указывает химический состав электрода или, в случае композиционных электродов, химический состав металла шва, полученного при использовании определенного флюса. См. рис. 1U или рис. 1M, в зависимости от конкретного случая.

Буква "L" указывает на то, что сплошной электрод имеет сравнительно низкое содержание марганца. Буква "M" указывает на среднее содержание марганца, а буква "H" указывает на сравнительно высокое содержание марганца. Одна или две цифры, следующие после буквы, обозначающей содержание марганца, указывают номинальное содержание углерода в электроде. Буква "K," которая может встретиться в некоторых обозначениях, указывает на то, что электрод выполнен из плавки раскисленной кремнием стали. Сплошные электроды классифицируются только на основе их химического состава, как указано в таблице 1 данных технических условий.

Композиционный электрод обозначается буквой "C", следующей после буквы "E", и цифровым обозначением. Состав композиционного электрода может включать металлические компоненты материала сердцевины, которые также присутствуют в виде окислов, фторидов и т.д. этих же элементов. Поэтому химический анализ композиционного электрода не может быть прямо сопоставлен с анализом, сделанным для сплошного электрода. По этой причине понятие «состав композиционных электродов» не применяется в целях классификации

в рамках данных технических условий, а пользователю предлагается рассмотреть состав металла шва (таблица 2), полученного с применением конкретного флюса, а не химический состав электрода.

A2.2 Класс "G" и применение терминов "не оговорено" и "не требуется"

A2.2.1 Данные технические условия включают в себя присадочные металлы, классифицированные как "EG" или "ECG". Буква "G" указывает на принадлежность присадочного металла к общему классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Назначение такой классификации заключается в предоставлении возможности классифицировать в рамках настоящих технических условий те присадочные металлы, которые в том или ином отношении (например, химический состав) отличаются от всех других классов (т.е. в данном примере состав присадочного металла не соответствует химическому составу любого из классов в настоящих технических условиях). Целью при этом является обеспечение возможности немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два присадочных металла, имеющих одинаковое обозначение "G", могут значительно различаться по некоторым параметрам (например, по химическому составу).

A2.2.2. Указанный выше момент различия (но необязательно величина этого различия) будет ясно виден по наличию выражений «не требуется» и «не оговорено» в настоящих технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

Формулировка «*Не оговорено*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет о результатах некоторого конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены.

Формулировка «*Не требуется*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации присадочного металла. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса не были установлены.

Иными словами, если требование не оговорено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести присадочный металл к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность применения конкретного изделия данного класса, то ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику изделия. Покупатель должен также оговорить с поставщиком конкретную методику испытания и приемочные требования. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (посредством документа AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*) в заказ на поставку.

A2.2.3. Запрос о введении нового класса присадочного металла

(a) Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса "G", производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой. Если производитель предпочитает использовать класс "G", Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

(b) Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В запросе должны быть указаны переменные и их пределы для подобного класса или модификации. В запросе должен быть указан срок, к которому должен быть определен новый класс или модификация.

(c) Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

- (1) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса;
- (2) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;
- (3) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;
- (4) подшивает оригинал запроса в дело;
- (5) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

(d) Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(e) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания

Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

A2.3 Классификация флюсов. Флюсы классифицируются на основе механических свойств металла шва, полученного с их применением, в сочетании с некоторой определенной классификацией электрода, при определенных условиях испытаний, указанных в Части В данных технических условий.

A2.3.1UB в качестве примеров классификаций A5.17 в системе единиц измерения, принятой в США, рассмотрим следующие обозначения:

F7A2-EH14
FS6AO-EM13K
F7P6-EM12K
F7P4-EC1

Префикс "F" обозначает неиспользованный (исходный) флюс. Префикс "FS" обозначает флюс, который выполнен полностью из шлака повторного дробления или смеси шлака повторного дробления с исходным флюсом. После этого префикса следует одна цифра, отражающая минимальный предел прочности на растяжение, требующийся для металла шва, с разрешением 10 000 фунтов на кв. дюйм.

Если после обозначения прочности на растяжение следует буква "A", это указывает на то, что металл шва был испытан (и классифицирован) в состоянии непосредственно после сварки. Если после обозначения прочности на растяжение следует буква "P", это указывает на то, что металл шва был испытан (и классифицирован) после проведения послесварочной термической обработки, определенной в данных технических условиях. Обозначение, которое следует после буквы "A" или "P", представляет собой число или букву "Z". Это число имеет отношение к ударной вязкости металла шва. А именно, оно обозначает температуру по шкале Фаренгейта, при которой (или при превышении которой) металл шва обладает ударной вязкостью, равной или превышающей требуемое значение 20 фут•(фунт-сила), при проведении испытания образцов с V-образным надрезом по Шарпи (за исключением случая, когда в этой позиции стоит буква "Z", которая указывает на то, что требование к ударной вязкости не определено — см. таблицу 6U).⁴ После этих обозначений механических свойств следуют обозначения электрода, используемого при классификации флюса (см. таблицы 1 и 2). Символы после дефиса (EH14, EM12K, EC1 и т.д.) относятся к классификации электрода, с которым будет применяться данный флюс при наплавлении металла шва, удовлетворяющего установленным требованиям к механическим свойствам при проведении испытания, оговоренного в технических условиях.

A2.3.1M В качестве примеров классификаций A5.17M в международной системе единиц измерения (СИ) рассмотрим следующие обозначения:

F43A3-EM13K
FS43AO-EM11K
F48P5-EH12K

⁴ Обратите внимание на то, что за исключением цифры "4", одно и то же обозначение для ударной вязкости в таблицах 6U и 6M означает разные температуры. Например, "6" в таблице 6U означает максимальную температуру испытания -60°F, в то время как то же обозначение в таблице 6M означает максимальную температуру испытания -60°C, эквивалентную -76°F.

Префикс "F" обозначает исходный флюс. Префикс "FS" обозначает флюс, который выполнен полностью из шлака повторного дробления или смеси шлака повторного дробления с исходным флюсом. После этого префикса следуют две цифры, отражающие минимальный предел прочности на растяжение, требующийся для металла шва, с разрешением 10 МПа.

Если после обозначения прочности на растяжение следует буква "A" или "P", это указывает на то, что, как и в системе классификации A5.17, металл шва был испытан (и классифицирован) либо в состоянии непосредственно после сварки (A), либо после проведения послесварочной термической обработки (P). Обозначение, которое следует после буквы "A" или "P", представляет собой число или букву "Z". Это число имеет отношение к ударной вязкости металла шва.

A именно, оно обозначает температуру по шкале Цельсия, при которой (или при превышении которой) металл шва обладает ударной вязкостью, равной или превышающей требуемое значение 27 Дж, при проведении испытания образцов с V-образным надрезом по Шарпи (за исключением случая, когда в этой позиции стоит буква "Z", которая указывает на то, что требование к ударной вязкости не определено — см. таблицу 6M). После этих обозначений механических свойств следуют обозначения электрода, используемого при классификации флюса (см. таблицы 1 и 2). Символы после дефиса (EM13K, EN12K, и т.д.) относятся к классификации электрода, с которым будет применяться данный флюс при наплавлении металла шва, удовлетворяющего конкретным требованиям к механическим свойствам при проведении испытания, оговоренного в технических условиях.

A2.3.2. Следует отметить, что флюс, имеющий любое конкретное торговое обозначение, может подпадать под несколько классификаций. Это количество ограничивается только количеством различных классификаций электродов и условием термической обработки (испытание в состоянии непосредственно после сварки и после проведения послесварочной термической обработки), при котором флюс может удовлетворить требованиям классификации. Маркировка флюса указывает, по крайней мере, одну, а может указывать и все классификации, которым соответствует данный флюс. Следует также отметить, что конкретные характеристики эксплуатационной пригодности (или рабочие характеристики) различных флюсов одной и той же классификации могут отличаться в том или ином аспекте.

A2.3.3 Сплошные электроды, имеющие одну и ту же классификацию, взаимозаменяемы при использовании конкретного флюса; композиционные электроды могут не обладать взаимозаменяемостью.

A2.4 Международная система обозначений. В настоящее время Международным институтом сварки (IIW) разрабатывается международная система обозначения сварочных присадочных металлов для использования в последующих изданиях технических условий, выпускаемых Международной организацией по стандартам (ISO). В таблице A1 показаны предлагаемые обозначения для стальных присадочных металлов. В этой системе начальная буква "S" обозначает сплошную проволоку или присадочный пруток, а после нее следует четырехзначное число. Композиционные проволоки обозначаются начальной буквой "T".

ТАБЛИЦА A1
СРАВНЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация Американского общества сварщиков (AWS)	№, предлагаемый ISO ⁽¹⁾
EL8	S1100
EL8K	S1110
EL12	S1000
EM11K	S2030
EM12	S2000
EM12K	S2010
EM13K	S2020
EM14K	S2021
EM15K	S2210
EN10K	S3000
EN11K	S3030
EN12K	S3010
EN14	S4000

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) На основании документа Международного института сварки (IIW) XII-1232-91.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных в рамках данных технических условий, выполняется в соответствии с последним изданием документа ANSI/AWS A5.01, как это устанавливается техническими условиями. Любые испытания материала, поставленного в соответствии с данными техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны быть четко указаны в заказе на покупку, в соответствии с ANSI/AWS A5.01.

В случае отсутствия каких-либо указаний такого рода в заказе на покупку, поставщик может отправить материал, прошедший любые испытания, которые обыкновенно проводятся для материала данного класса, как оговорено в перечне F, таблица 1, ANSI/AWS A5.01. Испытания в соответствии с любым другим перечнем в указанной таблице должны особо оговариваться в заказе на покупку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет соответствовать указанным требованиям.

A4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и необязательных дополнительных обозначений (при их наличии) на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или производитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая партия данного класса, имеющая одинаковый состав.

"Сертификация" не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного материала могли проводиться или не проводиться. Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной "представительной выборки" и применяемая производителем Система обеспечения качества производителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (c) интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;
- (e) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1 (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию "Охрана здоровья и вентиляция".

A6. Аспекты сварочных работ

A6.1 Типы флюсов. Флюсы для дуговой сварки под флюсом представляют собой гранулированные плавкие минеральные соединения в различных пропорциях и количествах, изготовленные одним из нескольких различных способов. Кроме того, некоторые флюсы могут содержать тщательно смешанные металлические ингредиенты, предназначенные для раскисления сварочной ванны. Применение любого флюса приводит к получению металла шва, несколько отличающегося по своему химическому составу от использованного электрода, вследствие химических реакций, имеющих место в сварочной дуге, а иногда, вследствие наличия металлических ингредиентов во флюсе. Изменение напряжения дуги в ходе сварки приведет к изменению количества флюса, взаимодействующего с данным количеством электрода, и поэтому может привести к изменению химического состава металла шва. Это последнее изменение дает возможность описывать флюсы как "нейтральные", "активные" или "легирующие".

A6.1.1 Нейтральные флюсы. К нейтральным флюсам относятся такие, которые не приводят к каким-либо значительным изменениям химического состава металла шва в результате сильного изменения напряжения дуги, а, следовательно, и длины дуги.

Нейтральные флюсы, в первую очередь, применяются при выполнении многопроходной сварки, особенно если толщина основного металла превышает 1 дюйм [25 мм].

Примите во внимание следующие аспекты, касающиеся нейтральных флюсов.

(a) Поскольку нейтральные флюсы имеют низкое содержание раскислителей или не содержат их вообще, следует рассчитывать только на раскисляющее действие электрода. Однопроходные швы с недостаточным раскислением на сильно окисленном основном металле могут быть предрасположены к образованию пор, трещин по оси шва или и тому, и другому.

(b) Хотя нейтральные флюсы поддерживают неизменным химический состав металла шва, даже если напряжение изменяется, не всегда верным является утверждение о том, что химический состав металла шва будет таким же, как химический состав использованного электрода. Некоторые нейтральные

флюсы разлагаются под термическим воздействием дуги и выделяют кислород, что приводит к уменьшению содержания углерода в металле шва по сравнению с содержанием углерода в самом электроде. Некоторые нейтральные флюсы содержат силикат марганца, который может разлагаться под термическим воздействием дуги, что добавляет некоторое количество марганца и кремния к металлу шва, даже если не было добавок металлического марганца или кремния в эти конкретные флюсы. Эти изменения в химическом составе металла шва достаточно устойчивы, даже если имеют место сильные изменения напряжения.

(c) Даже если используется нейтральный флюс для поддержания химического состава шва при изменении напряжения сварки в определенном диапазоне, свойства шва, такие как уровень прочности и ударная вязкость, могут меняться вследствие изменения других параметров сварки, таких как глубина проплавления, погонная энергия и количество проходов.

A6.1.2 Активные флюсы. Активные флюсы – это те, которые содержат небольшое количество марганца, кремния или и того, и другого. Эти раскислители добавляются к флюсу, чтобы увеличить стойкость к образованию пор и трещин по оси шва, вызванных наличием загрязнений на или в основном металле.

В первую очередь, активные флюсы используются при выполнении однопроходных сварных швов, особенно на окисленном основном металле. Примите во внимание следующие аспекты, касающиеся активных флюсов.

(a) Поскольку активные флюсы содержат некоторое количество раскислителей, содержание марганца, кремния, или и того, и другого в металле шва будет изменяться в результате изменения напряжения дуги, увеличение содержания марганца и кремния увеличивает прочность и твердость металла многопроходных сварных швов, но может понизить ударную вязкость. По этой причине может потребоваться более тщательный контроль напряжения при многопроходной сварке с применением активных флюсов, по сравнению со случаем применения нейтральных флюсов.

(b) Некоторые флюсы более активны, чем другие. Это означает, что они обеспечивают большую стойкость к образованию пор, возникающих из-за наличия окислов на поверхности основного металла при выполнении однопроходных швов, по сравнению с менее активными флюсами, но могут создавать больше проблем при выполнении многопроходной сварки.

A6.1.3 Легирующие флюсы. Легирующими флюсами являются те, которые могут быть использованы в сочетании с электродами из углеродистой стали, чтобы получить легированный металл шва. Легирующие добавки для получения металла шва добавляются в качестве ингредиентов к флюсу.

В основном легирующие флюсы применяются для сваривания низколегированных сталей и для выполнения упрочняющих покрытий. Как таковые, эти флюсы выходят за рамки данных технических условий. Подробнее о легирующих флюсах см. последнее издание документа ANSI/AWS A5.23/A5.23M, Электроды из низколегированной стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. технические условия.

A6.1.4 Число нейтральности Волла. Число нейтральности Волла (N) представляет собой удобный относительный показатель нейтральности

флюса. Число нейтральности Волла характеризует флюсы и электроды для сварки углеродистой стали с точки зрения содержания марганца и кремния в металле шва. Оно не является характеристикой легирующих флюсов. Комбинация электрод-флюс считается нейтральной, если она имеет N, равное 35 или ниже. Чем ниже число нейтральности, тем более нейтрален флюс.

Определение числа нейтральности Волла может быть выполнено следующим образом:

(a) Выполняется наплавка показанного на рис. 2 типа, с применением комбинации электрод-флюс, которая подвергается испытанию. Параметры сварки должны быть такими, как указано на рис. 3В для шва испытательной пластины при используемом диаметре электрода.

(b) Вторая наплавка выполняется с использованием тех же параметров, за исключением того, что напряжение дуги увеличено на 8 В.

(c) Верхний слой каждой наплавки шлифуется или обрабатывается механическим способом, чтобы очистить металл. Образцы достаточного для анализа размера вырезаются механическими средствами, проводится химический анализ металла только верхнего (четвертого) слоя наплавки. Анализ образцов проводится отдельно на содержание марганца и кремния.

(d) Число нейтральности Волла зависит от изменения содержания кремния, вне зависимости от того, увеличивается оно или уменьшается, и от изменения содержания марганца, вне зависимости от того, увеличивается оно или уменьшается. Число нейтральности Волла является абсолютной величиной (не имеет положительного или отрицательного знака) и вычисляется следующим образом:

$$N = 100 (|\Delta\%Si| + |\Delta\%Mn|),$$

где $\Delta\% Si$ – разница в содержании кремния между двумя наплавками, а $\Delta\% Mn$ – соответствующая разница в содержании марганца.

A6.1.5 Шлаки повторного дробления.

Шлак, образующийся в ходе сварочного процесса и подвергнутый в дальнейшем дроблению с целью использования в качестве сварочного флюса, называется *шлаком повторного дробления*. Он отличается от переработанного флюса, который никогда не расплавлялся в шлак и может быть собран с чистой поверхности и повторно использован без дробления. Шлак повторного дробления и смеси шлаков повторного дробления с неиспользованным (исходным) флюсом могут быть классифицированы в качестве сварочного флюса в рамках данных технических условий, но не должны рассматриваться эквивалентными исходному флюсу.

Хотя шлак, образующийся в результате дуговой сварки под флюсом, можно дробить и использовать как сварочный флюс, шлак повторного дробления, вне зависимости от любых добавок исходного флюса к нему, является новым флюсом, отличающимся по своему химическому составу от исходного. Это происходит потому, что шлак, образующийся в ходе дуговой сварки под флюсом, имеет не тот химический состав или сварочные характеристики, что и исходный флюс. На его состав оказывает влияние состав исходного флюса, химические реакции, которые имеют место в ходе дуговой сварки, составы основного металла и электродов и параметры сварки.

Смеси шлака повторного дробления с исходным флюсом, из которого он был получен, не могут считаться соответствующими классификации ни одного из компонентов, даже если и шлак повторного дробления, и исходный флюс соответствуют одной и той же классификации (за исключением случая буквы "S"). На организацию, выполняющую дробление, или на партнера переработчика, который выполняет

смешивание, возлагается ответственность по проверке того, что та или иная смесь шлака повторного дробления с исходным шлаком полностью соответствует требованиям классификации настоящих технических условий.

Как и в случае любого флюса, производитель (организация, выполняющая дробление) должен следовать подробно описанной процедуре обработки, предполагающей контроль исходного материала, подготовку, дробление и смешивание, которая обеспечивает достижение стандартного качества получаемого сварочного флюса, удовлетворяющего требованию для данного обозначения классификации.

A6.1.6 Шлаки повторного дробления замкнутого цикла. Шлак, получаемый переработчиком из определенной марки флюса в условиях контролируемой сварки, и подвергающийся дроблению для последующего использования тем же переработчиком, называется *шлак повторного дробления замкнутого цикла*.

Шлаки повторного дробления замкнутого цикла или смеси шлаков повторного дробления замкнутого цикла с исходным флюсом изначально использовавшейся марки обеспечивают лучший контроль исходного материала в силу того, что имеет место партнерство переработчика и организации, осуществляющей дробление. В некоторых случаях этими партнерами может быть одна и та же организация. Если смешивание шлака с исходным флюсом выполнено, изменения изначальной марки исходного флюса или пропорции смешения могут оказать влияние на качество конечного продукта.

A6.2 Выбор электродов. При выборе классификации электродов для дуговой сварки углеродистой стали под флюсом наиболее важными аспектами являются содержание марганца и кремния в электроде, влияние флюса на восстановление содержания марганца и кремния в металле шва и то, является ли шов однопроводным или многопроводным, а также ожидаемые механические свойства металла шва.

Определенное минимальное содержание марганца в металле шва необходимо, чтобы избежать образования трещин по оси шва. Этот минимум зависит от ограничений, налагаемых на сварное соединение и на состав металла шва. В случае появления трещин по оси шва, особенно при использовании электрода с низким содержанием марганца (см. таблицу 1) и нейтрального флюса, переход к применению электрода с более высоким содержанием марганца, переход на более активный флюс или и то, и другое вместе может решить проблему.

Определенные флюсы, обычно считающиеся нейтральными, имеют тенденцию к удалению некоторого ограниченного количества углерода и марганца и замещению этих элементов кремнием. При использовании таких флюсов зачастую нет необходимости в применении электрода, раскисленного кремнием, хотя можно использовать и такой электрод. Другие флюсы не добавляют кремния и поэтому могут потребовать применения электрода, раскисленного кремнием, для обеспечения должного смачивания и исключения пористости.

Производителю флюса следует проконсультироваться относительно рекомендаций по электродам, подходящим для данного флюса.

При выполнении угловых однопроводных сварных швов, особенно на основном металле с окалиной, важно, чтобы флюс, электрод или и то, и другое, обеспечивали бы достаточное раскисление, чтобы избежать недопустимой пористости. Кремний является более сильным раскислителем, чем марганец. В таких случаях может оказаться особенно важным использование электрода, раскисленного кремнием, или активного флюса, или и того, и

другого. И в этом случае следует получить рекомендации у производителя.

Электроды EM14K легированы небольшим количеством титана, несмотря на то, что они считаются электродами из углеродистой стали. Титан предназначен для того, чтобы повысить прочность и ударную вязкость (по результатам испытаний образцов с V-образным надрезом) в определенных условиях при выполнении сварки с высокой погонной энергией или термической обработки после сварки (PWHT). Следует проконсультироваться с производителем для получения рекомендаций.

Электроды класса EN12K являются электродами с высоким содержанием марганца, в которых сбалансировано содержание Mn и Si, чтобы улучшить ударные свойства в тех случаях, которые требуют высокой скорости наплавления или выполнения нескольких сварочных процессов дуговой сварки, или и того, и другого, как в состоянии непосредственно после сварки, так и условиях послесварочной термической обработки.

Композиционные электроды обычно предназначены для использования конкретного флюса. Необходимо, чтобы идентификационное обозначение флюса (см. 16.7.1) было нанесено на упаковке электрода. Прежде, чем использовать композиционный электрод с флюсом, который не указан на маркировке упаковки электрода, следует связаться с производителем данных электродов и получить его рекомендации. Композиционный электрод может быть выбран, если нужно получить более высокую скорость расплавления и меньшую глубину проплавления при заданном уровне силы тока, по сравнению с теми, которые могут быть получены при тех же условиях в случае применения сплошного электрода.

A6.3 Механические свойства швов при дуговой сварке под флюсом. Таблицы 5U и 6U (для системы классификации, использующей систему единиц измерения, принятую в США) и таблицы 5M и 6M (для системы классификации, использующей Международную систему единиц измерения) в данных технических условиях указывают механические свойства, которые требуется обеспечить в металле шва, наплавленном с применением классификаций электрод-флюс (электроды классифицированы в таблицах 1 и 2).

Механические свойства определяются с помощью образцов, подготавливаемых в соответствии с процедурой, изложенной в настоящих технических условиях. Эта процедура минимизирует смешивание с основным металлом и, таким образом, более точно отражает свойства неразбавленного металла шва, полученного с применением каждой из комбинаций электрод-флюс.

В ходе выполнения работ операции с электродами и флюсами осуществляются по отдельности, и любой из них может быть изменен без изменения другого. По этой причине необходима система классификации со стандартизованными методами испытаний, чтобы установить связь между электродами и флюсами и свойствами металла шва, полученного с их применением. Химические реакции между расплавленной частью электрода и флюсом, и смешивание с основным металлом – все это оказывает влияние на состав металла шва.

Сварные швы, полученные дуговой сваркой под флюсом, не всегда выполняются в соответствии с многопроходной процедурой, что требуется техническими условиями. Часто они выполняются в один проход, по крайней мере, в определенных пределах толщины основного металла. Если требуется высокий уровень ударной вязкости (по результатам испытаний образцов с надрезом), многопроходные швы могут оказаться необходимыми.

Конкретные механические свойства шва зависят от его химического состава, скорости охлаждения и термической обработки после сварки.

Однопроходные сварные швы при использовании большой силы тока имеют большую глубину проплавления и, следовательно, более высокую степень смешивания с основным металлом, чем многопроходные швы, выполненные при меньшей силе тока. Более того, большие однопроходные швы застывают и охлаждаются медленнее, чем меньшие наплавленные валики многопроходных сварных швов. Кроме того, последующие проходы многопроходного шва подвергают металл, наплавленный в ходе предыдущих проходов, воздействию нескольких циклов нагревания и охлаждения, которые изменяют металлургическую структуру различных частей этих наплавленных валиков. По этой причине свойства однопроходного шва могут несколько отличаться от свойств многопроходного шва, выполненного теми же электродом и флюсом.

Свойства шва в данных технических условиях определяются либо в состоянии непосредственно после сварки, либо после проведения термической обработки после сварки (один час при температуре 1150°F [620°C]), или в обоих состояниях. Большинство металлов швов пригодны для работы в любых условиях, но технические условия не могут охватить всех условий, в которых могут оказаться такие металлы швов в ходе изготовления и эксплуатации. По этой причине классификации в данных технических условиях требуют, чтобы металлы швов наплавлились и проходили испытания при определенных заданных условиях.

Применяемые на практике процедуры могут потребовать напряжения, силы тока, рода тока и скорости перемещения сварки, которые существенно отличаются от тех, что требуются согласно данным техническим условиям. Кроме того, имеющиеся на практике различия в размерах электродов, составе электродов, вылете электродов, конфигурации соединения, температуре предварительного нагрева, температуре между проходами и послесварочной термической обработке, могут оказать существенное влияние на свойства соединения. В рамках данной классификации электрода состав электрода может существенно меняться, приводя к изменениям механических свойств металла шва как в состоянии непосредственно после сварки, так и после проведения термической обработки после сварки.

Послесварочная термическая обработка длительностью более 1 часа, используемая в данных технических условиях в целях классификации (обычно от 20 до 30 часов для очень толстых сечений), может оказать очень сильное влияние на прочность и ударную вязкость металла шва. Оба этих показателя могут быть значительно снижены. Пользователю необходимо помнить об этом, а также о том, что механические свойства металла шва из углеродистой стали, полученного с помощью других процедур, могут отличаться от свойств, требуемых таблицами 5U и 6U или таблицами 5M и 6M данных технических условий, в зависимости от конкретного случая.

A6.4 Диффузионный водород. Сварочный процесс дуговой сварки под флюсом может быть использован для получения наплавленного металла с низким содержанием водорода, когда принимаются меры к тому, чтобы поддерживать сухими электрод и флюс. При дуговой сварке под флюсом с применением электродов из углеродистой стали и флюсов, классифицированных в данных технических условиях, растрескивание металла шва или зоны термического воздействия, связанное с диффузионным водородом, становится все большей проблемой с увеличением прочности металла шва, повышением твердости зоны термического воздействия, повышением содержания диффузионного водорода, уменьшением предварительного нагрева и температуры между проходами, и уменьшением времени пребывания образца при температуре, равной или превышающей

температуру между проходами, в течение и после сварки. Обнаружение водородного растрескивания может быть отложено на несколько часов после охлаждения, ввиду того, что трещине требуется время, чтобы разрастись до размеров, которые могут быть обнаружены обычными методами контроля. Растрескивание может проявляться в виде поперечных трещин в шве, продольных трещин по оси (особенно в корневых валиках) и внешних трещин по границе шва или трещин под валиком в зоне термического воздействия.

Поскольку фактический уровень диффузионного водорода сильно влияет на тенденцию образования трещин под его воздействием, может оказаться желательным измерить содержание диффузионного водорода, порождаемое определенной комбинацией флюса-электрода. Соответственно, использование необязательных дополнительных обозначений содержания диффузионного водорода вводится для указания максимального среднего значения, полученного при четко определенных условиях испытания согласно ANSI/AWS A4.3, *Сварка дуговая. Стандартные методы определения содержания диффузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва*.

Пользователь должен иметь в виду, что в условиях реального производства могут быть получены значения содержания диффузионного водорода, отличные от указанных в обозначении. Использование эталонных атмосферных условий при сварке становится необходимым, поскольку дуга всегда недостаточно защищена. Влага из воздуха, помимо той, что содержится в электроде или флюсе, может попасть в зону дуги и затем в сварочную ванну, увеличивая общее наблюдаемое содержание диффузионного водорода. Этот эффект можно минимизировать, поддерживая подходящую глубину покрытия флюсом (обычно от 1 до 1-1/2 дюймов [от 25 до 38 мм]) перед электродом в ходе сварки.

Тем не менее, некоторое количество воздуха будет смешиваться с покрытием флюсом и добавлять свою влагу к другим источникам диффузионного водорода.

Существует вероятность, что этот дополнительный диффузионный водород окажет значительное влияние на результат испытаний по определению содержания диффузионного водорода. По этой причине имеет смысл установить эталонные атмосферные условия. Эталонными являются атмосферные условия с содержанием влаги 10 гран на 1 фунт [1,5 г влаги на килограмм] сухого воздуха, что соответствует относительной влажности 10% при температуре 68°F [20°C].

A7. Общая информация по технике безопасности

A7.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и сопутствующих им процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабочие поверхности. Эти факторы могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующих мер предосторожности. Рабочие должны носить защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Следует надевать высокие сапоги или кожаные гетры и огнеупорные перчатки. Штанины следует выпускать поверх голенищ обуви. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве должны использоваться затычки для ушей во избежание попадания брызг в ушной канал в сочетании с защитными очками (или их эквивалентом) для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть пятен смазки или масла. В карманах не должно быть горючих веществ. В случае попадания какого-либо горючего вещества на одежду она должна быть заменена на чистую огнеупорную одежду перед работой с открытыми дугами или огнем. Должны использоваться

фартуки, рукава типа пелерины и наплечники с нагрудниками, предназначенные для сварочных работ. Если имеет место сварка или резка необычно толстого основного металла, следует применять дополнительные металлические щиты для повышенной защиты.

Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью. Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или другими средствами защиты, рассмотренными в предыдущем абзаце. Прежде чем покинуть рабочую зону, следует маркировать горячие заготовки, чтобы предупредить окружающих об опасности. Не разрешается ремонтировать или отсоединять электрическое оборудование, находящееся под нагрузкой. Результатом отсоединения под нагрузкой является искрение, что может вызвать ожоги и/или поражение электрическим током. *(Примечание: Прикосновение к горячим частям оборудования, таким как электрододержатели, наконечники электрода и мундштуки может явиться причиной ожогов. Поэтому следует одевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.)*

Более подробная информация о средствах индивидуальной защиты содержится в следующих источниках.

(a) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z41.1, *Защитная обувь*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).⁵

(b) Американское общество по сварке (AWS). ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).

(c) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).

(d) Управление США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA), *Свод федеральных норм*, Заглавие 29 — "Труд", Глава XVII, Часть 1910. Вашингтон, округ Колумбия: Отдел печати Правительства США.⁶

A7.2 Опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу, тем не менее, его можно избежать. Не следует прикасаться к токоведущим частям электрооборудования. Следует прочесть и принять к сведению инструкции и рекомендации по технике безопасности производителя. Источником опасности также является неправильная установка, заземление, эксплуатация и обслуживание электрического оборудования.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Провод, подсоединенный к изделию, не является заземляющим проводом. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельный вывод.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть надежно закрепленными, чистыми и сухими. Слабые соединения могут перегреться и даже расплавиться. Кроме того, они могут стать причиной опасного искрения и дуговых разрядов.

⁵ Стандарты ANSI можно получить в Американском национальном институте стандартов, по адресу: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036.

⁶ Документы OSHA можно получить в Правительственной типографии США, по адресу: U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

Нельзя допускать скопления воды, смазки или грязи на штепселях и штепсельных розетках или частях электрооборудования. Влага может послужить проводником для электричества.

Во избежание поражения током, рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные соединения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Следует избегать появления напряжения холостого хода. Напряжение холостого хода может суммироваться в случаях, когда несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько электрических агрегатов переменного тока. Суммирование напряжений усиливает тяжесть поражения электрическим током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить пострадавшего от провода под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию (CPR), как только будет устранен контакт с источником напряжения. В таких случаях необходимо вызвать врача и продолжать реанимацию до тех пор, пока дыхание не восстановится или не прибудет врач. Лечение электрических ожогов такое же, как и в случае с термическими; т.е. к пораженным участкам следует прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на область поражения следует наложить чистую сухую повязку, а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Необходимо следовать таким признанным стандартам по технике безопасности как ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, и стандарт Национальной противопожарной ассоциации (NFPA) № 70, Национальный электротехнический кодекс (можно получить в Национальной противопожарной ассоциации по адресу: Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.).

A7.3 Дымы и газы. Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, образующиеся при сварке из присадочных металлов и флюсов, металла основы и присутствующего на нем покрытия. Газы образуются в процессе сварки или в результате воздействия сварочного излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав этих дымов и газов зависит от состава присадочного металла и основного металла, процесса сварки, величины тока, длины дуги и других факторов.

Возможные последствия их продолжительного воздействия различны по тяжести: от раздражения глаз, кожи и дыхательных путей до более серьезных осложнений. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Дым может

вызвать такие симптомы, как тошнота, головные боли, головокружение и отравление парами металла (литейная лихорадка). При использовании особо токсичных материалов существует вероятность более серьезных последствий для здоровья. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье. Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Для того, чтобы избежать попадания дыма и газов в область дыхания и окружающее пространство, следует использовать достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в ходе различных процессов сварки, можно получить в следующих источниках:

(a) Предельно допустимые нормы воздействия по OSHA можно найти в *Сборнике федеральных норм*, Заглавие 29 — «Труд», Глава XVII, Часть 1910.

(b) Рекомендуемые предельно допустимые значения для дымов и газов приведены в документе *Предельно допустимые значения концентрации химических и физических веществ в среде рабочего помещения*, изданном Американской ассоциацией специалистов по промышленной гигиене (ACGIH).

(c) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке (AWS), опубликованы в отчете *Дымы и газы на месте проведения сварочных работ*.

(d) Сертификат по безопасности материалов на продукт от производителя.

A7.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы могут сопровождаться выделением лучистой энергии (излучением), вредной для здоровья. Необходимо ознакомиться с воздействием этой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (например рентгеновские лучи), или не ионизирующей (например ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение). Чрезмерное облучение может иметь различные последствия, например, ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности.

A7.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в пределах ограничений, предъявляемых при приемке, путем применения подходящего экранирования сварочной зоны.

A7.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависят от многих факторов, например, от сварочного процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и наличия покрытия, в том числе листового, на основном металле. В результате некоторых процессов, как, например, контактная сварка и холодная сварка давлением, образуется незначительное количество излучения. Однако большинство дуговых сварок и про-

цессов резки (за исключением дуговой сварки под флюсом при ее правильном применении), лазерная сварка и газовая сварка, резка и пайка твердым или мягким припоем могут сопровождаться выделением значительного количества неионизирующего излучения, что требует соблюдения необходимых мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(a) Допускается смотреть на сварочные дуги только через специальные сварочные фильтры, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности*. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве сварочных фильтров, а используются для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(a) Открытые участки кожи необходимо защитить соответствующими перчатками и одеждой, как установлено стандартом ANSI/ASC Z49.1 *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

(b) Следует избегать отражений от сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных отражений. (Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне).

(c) Следует использовать экраны, занавески или предусмотреть достаточное расстояние от проходов и переходов, чтобы защитить проходящих людей от облучения при сварке.

(d) Для дополнительной защиты от ультрафиолетового излучения сварочных дуг используются защитные очки с боковыми защитными щитками.

A7.4.3 Информацию по ионизирующему излучению можно получить в следующих источниках:

(a) Американское общество по сварке (AWS). AWS F2.1-78 *Рекомендуемые правила техники безопасности при сварке и резке электронным лучом*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).

(b) Информация об изделии, предоставляемая производителем.

A7.4.4 Сведения о неионизирующем излучении можно найти в следующих источниках:

(a) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z 136.1, *Безопасное применение лазеров*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(b) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(c) Американское общество по сварке. ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке;

(d) Hinrichs IF. January 1978. Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет. *Welding Journal* 57:62-65;

(e) Marshall W.J., Sliney D.H. и др. Март 1980. Уровни оптического излучения при воздушно-дуговой резке угольным электродом. *Welding Journal* 59(3): 43-36;

(f) Moss C. E. и Murray W. E. Сентябрь 1979. Уровень оптического излучения при газовой сварке и кислородной резке. *Welding Journal* 58(9): 37-46;

(g) Moss C. E. Март 1979. Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные занавески. *Welding Journal* 58: 69-s – 75-s;

(h) Национальная служба технической информации. Защита от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации;

(i) Национальная служба технической информации. Меры защиты от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности воздействия видимого излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке, на сетчатку глаза*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.

ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.18/SFA-5.18M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.18/A5.18M:2005. В спорных случаях используется исходный вариант.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов (сплошных, композиционных свитых и композиционных с металлической сердцевинкой) и прутков (сплошных) из углеродистой стали, применяемых для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW), дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) и плазменно-дуговой сварки (PAW).

1.2 Вопросы безопасности и охраны здоровья не входят в область описания данного стандарта и, соответственно, раскрываются здесь не в полной мере. Некоторые сведения относительно безопасности и охраны здоровья можно найти в обязательном Приложении, секции A5 и A9. Информацию по вопросам безопасности и охраны здоровья можно получить из других источников, например (но не исключительно) из ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, а также из соответствующих федеральных и местных законов.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Размеры, приведенные в тех и других единицах, не являются равными с абсолютной точностью; поэтому каждую систему следует использовать независимо от другой и избегать любого их комбинирования при описании свойств металла шва. Технические условия с обозначением A5.18 используют единицы США. Технические условия с обозначением A5.18M используют единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и рисунков. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера электродов или деталей как по техническим условиям A5.18, так и по A5.18M.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 Стандарты ASTM.¹ В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты ASTM:

(a) ASTM A 36/A 36M *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия;*

(b) ASTM A 285/A 285M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности на растяжение. Технические условия;*

(c) ASTM A 515/A 515M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях средних и высоких температур. Технические условия;*

(d) ASTM A 516/A 516M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях умеренных и низких температур. Технические условия;*

(e) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям;*

(f) ASTM E 350, *Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа;*

(g) ASTM E 1032, *Стандартный метод радиографического испытания сварных узлов.*

2.2 Стандарты AWS.² В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты AWS:

(a) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке;*

(b) AWS A5.32/A5.32M, *Защитные газы, применяемые при сварке. Технические условия;*

(c) AWS A4.3, *Стандартные методы определения содержания диффузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва, выполненного с помощью дуговой сварки;*

(d) AWS B4.0 или B4.0M, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.*

2.3 Стандарты ANSI.³ В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты ANSI:

(a) ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов.*

¹ Стандарты ASTM можно получить по адресу: ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.

² Стандарты AWS можно получить по адресу: The American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Стандарты ANSI можно получить по адресу: American National Standards Institute, West 11 42nd Street, New York, NY 10036.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ СПЛОШНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ

Классификация AWS ^b		Номер по UNS ^c	Весовые % ^a												
A5.18	A5.18M		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu ^d	Ti	Zr	Al
				0,90	0,40								0,05	0,02	0,05
ER70S-2	ER48S-2	K10726	0,07	-	-	0,025	0,035	0,15	0,15	0,15	0,03	0,50	-	-	-
				1,40	0,70								0,15	0,12	0,15
			0,06	0,90	0,45										
ER70S-3	ER48S-3	K11022	-	-	-	0,025	0,035	0,15	0,15	0,15	0,03	0,50	-	-	-
			0,15	1,40	0,75										
			0,06	1,00	0,65										
ER70S-4	ER48S-4	K11132	-	-	-	0,025	0,035	0,15	0,15	0,15	0,03	0,50	-	-	-
			0,15	1,50	0,85										
			0,06	1,40	0,80										
ER70S-6	ER48S-6	K11140	-	-	-	0,025	0,035	0,15	0,15	0,15	0,03	0,50	-	-	-
			0,15	1,85	1,15										
			0,07	1,50	0,50										
ER70S-7	ER48S-7	K11125	-	-	-	0,025	0,035	0,15	0,15	0,15	0,03	0,50	-	-	-
			0,15	2,00e	0,80										
ER70S-G	ER48S-G	-	Не оговорено ^f												

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Единственное значение соответствует максимальному.
- Добавляемая к классификации буква «N» указывает на то, что металл шва предназначен для применения в опоясывающей части активной зоны сосудов ядерных реакторов (см. Приложение к техническим условиям). При наличии данной буквы предельное содержание фосфора и меди изменяется следующим образом:
P = 0,012% максимум,
Cu = 0,08% максимум.
- Унифицированная система числового обозначения SAE HS-1086/ASTM DS-56 для металлов и сплавов.
- Суммарное содержание меди в покрытии электрода или прутка и в самом присадочном металле не должно превышать установленного максимального значения 0,50%.
- В данной классификации максимальное содержание Mn может превышать 2,0%. В этом случае максимальное содержание C необходимо уменьшить на 0,01% при повышении содержания Mn на каждые полные или неполные 0,05%.
- Требования к химическому составу не определены, однако намеренно добавлять Ni, Cr, Mo или V не разрешается. Химический состав должен быть отражен в отчете. Следует придерживаться требований, согласованных покупателем и поставщиком.

2.4 Технические условия ISO.⁴ В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты ISO:

(a) ISO 544, *Материалы, расходуемые для сварки. Технические условия поставки присадочных материалов. Вид продукции, размеры, допуск и маркировки.*

3. Классификация

3.1 При классификации сплошных электродов (и прутков), на которые распространяется действие технических условий A5.18, используется система классификации на основе принятых в США единиц измерения; классификация производится в соответствии с химическим составом электрода, приведенным в таблице 1, и механическими свойствами металла шва непосредственно после сварки, приведенными в таблицах 3 и 4. При классификации композиционных свитых электродов и композиционных электродов с металлической сердцевиной, на которые распространяется действие настоящих технических условий, также используется система классификации на основе принятых в США единиц измерения; классификация производится в соответствии с хи-

мическим составом электрода и механическими свойствами металла шва, приведенными в таблицах 2, 3 и 4, а также в зависимости от применяемого защитного газа.

3.1M При классификации сплошных электродов (и прутков), на которые распространяется действие технических условий A5.18M, используется система классификации на основе Международной системы единиц (СИ); классификация производится в соответствии с химическим составом электрода, приведенным в таблице 1, и механическими свойствами металла шва, приведенными в таблицах 3 и 4. При классификации композиционных свитых электродов и композиционных электродов с металлической сердцевиной, на которые распространяется действие настоящих технических условий, также используется система классификации на основе Международной системы единиц (СИ); классификация производится в соответствии с химическим составом и механическими свойствами металла шва, приведенными в таблицах 2, 3 и 4, и применяемого защитного газа.

3.2 Отнесенные к одному классу электроды и прутки не должны классифицироваться под другим обозначением в настоящих технических условиях, кроме композиционных свитых электродов или композиционных электродов с металлической сердцевиной, классифицированных как E70C-XC [E48C-XC], которые могут также классифицироваться как E70C-XM [E48C-XM], или наоборот, при условии, что продукция соответствует требованиям обоих классов.

⁴ Стандарты ISO можно получить по адресу: 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО С ПОМОЩЬЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация AWS ^a		Номер по UNS ^b	Защитный газ ^c	Весовые % ^d									
A5.18	A5.18M			C	Mn	Si	S	P	Ni ^e	Cr ^e	Mo ^e	V ^c	Cu
Многопроходные классификации													
E70C-3X	E48C-3X	W07703	75-80% Ar/баланс CO ₂ или CO ₂	0,12	1,75	0,90	0,03	0,03	0,50	0,20	0,30	0,08	0,50
E70C-6X	E48C-6X	W07706	75-80% Ar/баланс CO ₂ или CO ₂	0,12	1,75	0,90	0,03	0,03	0,50	0,20	0,30	0,08	0,50
E70C-G(X)	E48C-G(X)	-	f	Не оговорено ^g									
Однопроходные классификации													
E70C-GS(X)	E48C-GS(X)	-	f	Не оговорено ^h									

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Буква «X» в конце классификационного обозначения представляет «C» или «M» в зависимости от того защитного газа, с которым классифицируется электрод. Обозначение «C» означает защиту 100% CO₂ (AWS A5.32, класс SG-C). Обозначение «M» означает защиту 75-80% Ar, сбалансированным CO₂ (AWS A5.32, класс SG-AC-Y, где Y = 20... 25). Для E70C-G [E48C-G] и E70C-GS [E48C-GS] конечные «C» и «M» можно опустить, если эти газы не используются для классификации.
- Унифицированная система числового обозначения SAE HS-1086/ASTM DS-56 для металлов и сплавов.
- Использование защитного газа, отличного от установленного, приведет к различиям в химическом составе металла шва.
- Единственное значение соответствует максимальному.
- Суммарное содержание Ni, Cr, Mo и V не должно превышать 0,50%.
- При отсутствии обозначения C или M применяемый защитный газ должен выбираться по соглашению между покупателем и поставщиком.
- Химический состав должен быть отражен в отчете; следует придерживаться требований, согласованных между покупателем и поставщиком.
- Химический состав металла шва этой классификации не устанавливается, поскольку электроды этой классификации предназначены только для однопроходных сварных швов. В таких сварных швах обычно происходит значительное разбавление.

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА РАСТЯЖЕНИЕ (НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)

Классификация AWS ^a		Защитный газ	Минимальный предел прочности на растяжение		Минимальный предел текучести ^b		Минимальное относительное удлинение ^b (%)
A5.18	A5.18M		фунт/кв.дюйм М	МПа	фунт/кв.дюйм М	МПа	
ER70S-2	ER48S-2	CO ₂ ^c	70 000	480	58 000	400	22
ER70S-3	ER48S-3						
ER70S-4	ER48S-4						
ER70S-6	ER48S-6						
ER70S-7	ER48S-7						
ER70S-G	ER48S-G	d	70 000	480	58 000	400	22
E70C-3X	E48C-3X	75-80% Ar/баланс CO ₂ или CO ₂	70 000	480	58 000	400	22
E70C-6X	E48C-6X						
E70C-G(X)	E48C-G(X)	d	70 000	480	58 000	400	22
E70C-GS(X)	E48C-GS(X)	d	70 000	480	Не оговорено		Не оговорено

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Буква «X» в конце классификационного обозначения представляет «C» или «M» в зависимости от того защитного газа, с которым классифицируется электрод. Обозначение «C» означает защиту 100% CO₂ (AWS A5.32, класс SG-C); Обозначение «M» означает защиту 75-80% Ar, сбалансированным CO₂ (AWS A5.32, класс SG-AC-Y, где Y = 20... 25). Для E70C-G [E48C-G] и E70C-GS [E48C-GS] буквы «C» или «M» в обозначении можно опустить.
- Предел текучести соответствует остаточной деформации 0,2% при расчетной длине 2 дюйма [50 мм] (или расчетной длине 1,4 дюйма [36 мм] для образцов, используемых для испытаний на растяжение размером 0,350 дюйма [9,0 мм], рекомендованных в п. A4.2 для необязательных приемочных испытаний с применением метода дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа).
- CO₂ = диоксид углерода в качестве защитного газа (AWS A5.32, класс SG-C). Применение CO₂ для классификации не должно исключать применения в качестве защитного газа смеси Ar/CO₂ (AWS A5.32, класс SG-AC-Y) или Ar/O₂ (AWS A5.32, класс SG-AO-X). Испытание присадочного металла с использованием таких газовых смесей, как Ar/O₂ или Ar/CO₂ может привести к увеличению прочности и уменьшению относительного удлинения металла шва. Если классификационные испытания проводятся только на основе дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW), в качестве защитного газа необходимо использовать 100% аргон (AWS A5.32, класс SG-A) (см. п. A4.2 в Приложении A).
- При отсутствии обозначения C или M применяемый защитный газ должен выбираться по соглашению между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА УДАР (НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)

Классификация AWS		Минимальное среднее значение ударной вязкости ^{a,b}	
A5.18	A5.18M	A5.18	A5.18M
ER70S-2	ER48S-2	20 фут•(фунт-сила) при -20°F	27 Дж при -30°C
ER70S-3	ER48S-3	20 фут•(фунт-сила) при 0°F	27 Дж при -20°C
ER70S-4	ER48S-4	Не требуется	Не требуется
ER70S-6	ER48S-6	20 фут•(фунт-сила) при -20°F	27 Дж при -30°C
ER70S-7	ER48S-7	20 фут•(фунт-сила) при -20°F	27 Дж при -30°C
ER70S-G	ER48S-G	По соглашению между поставщиком и покупателем	
E70C-G(X)	E48C-G(X)	По соглашению между поставщиком и покупателем	
E70C-3X	E48C-3X	20 фут•(фунт-сила) при 0°F	27 Дж при -20°C
E70C-6X	E48C-6X	20 фут•(фунт-сила) при -20°F	27 Дж при -30°C
E70C-GS(X)	E48C-GS(X)	Не требуется	Не требуется

ПРИМЕЧАНИЯ:

- При подсчете ударной вязкости наибольшее и наименьшее из пяти результатов испытаний не должны приниматься во внимание. Два из оставшихся трех значений должны быть не менее 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж], но не ниже 15 фут•(фунт-сила) [20 Дж]. Среднее из трех значений не должно быть менее установленного значения 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж].
- Для классификации с обозначением «N» (ядерный) необходимо дополнительно провести испытания трех образцов при комнатной температуре. Два результата из трех должны быть не ниже 75 фут•(фунт-сила) [100 Дж], а третий – не ниже 70 фут•(фунт-сила) [95 Дж]. Среднее значение из трех должно быть не менее 75 фут•(фунт-сила) [100 Дж].

3.3 Сварочные электроды и прутки, классифицированные в соответствии с настоящими техническими условиями, предназначены для дуговой сварки в среде защитного газа, но не запрещены к применению для любых других процессов (или для любого другого защитного газа или комбинации защитных газов), если они для этого пригодны.

4. Приемка

Приемка⁵ электродов и прутков должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁶

6. Правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунтов/кв. дюйм [10 МПа], а другие значения – с точностью до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29.

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

7.1 Требуемые для каждого класса испытания приведены в таблице 5. Целью этих испытаний является определение химического состава, механических свойств и наличия дефектов металла шва. Основной металл испытательного узла, процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в секциях 9-14. Требования к классификации на основании только дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) приведены в секции A4.2.

7.2 Необязательное испытание по определению содержания диффузионного водорода, рассмотренное в секции 15, не требуется для классификации (см. примечание с к таблице 5).

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального испытательного узла или детали, либо из одного или разных новых узлов или деталей. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что

⁵ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3, "Приемка" (в Приложении), и в AWS A5.01.

⁶ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4, "Сертификация" (в Приложении).

ТАБЛИЦА 5
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS		Химический анализ		Радиографи- ческие иссле- дования	Испытания на растяже- ние	Испытания на изгиб	Испытания на удар	Определение содержания диффузион- ного водород- а
A5.18	A5.18M	Электрод	Металл шва					
Сплошные электроды								
ER70S-2	ER48S-2	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Требуется	с
ER70S-3	ER48S-3	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Требуется	с
ER70S-4	ER48S-4	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Не требуется	с
ER70S-6	ER48S-6	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Требуется	с
ER70S-7	ER48S-7	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Требуется	с
ER70S-G	ER48S-G	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Не требуется	с
Композиционные электроды								
E70C-3X	E48C-3X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Требуется	с
E70C-6X	E48C-6X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Требуется	с
E70C-G(X)	E48C-G(X)	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	Не требуется	с
E70C-G(X) ^a	E48C-GS(X) ^a	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Требуется ^b	Требуется	Не требуется	с

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Предназначены для однопроводной сварки.
b. Испытания на поперечное растяжение. Все остальные представляют собой испытания на растяжение образцов металла шва.
c. Необязательное испытание по определению содержания диффузионного водорода требуется только в том случае, если это установлено покупателем или если производитель использует на ярлыке обозначение диффузионного водорода (см. также A2.2 и A8.2 в Приложении A).

предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла или испытательных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9. Испытательные сварные узлы

9.1 Требуется по крайней мере один испытательный сварной узел; могут также потребоваться два таких узла (в зависимости от вида электрода, сплошного или композиционного, и способа отбора образцов для химического анализа), как определено в таблице 5. Эти узлы характеризуются следующим образом.

(a) Шов с разделкой кромок согласно рис. 1 для испытаний по определению механических свойств и бездефектности металла шва в случае применения как композиционных, так и сплошных электродов (требования к классификации на основе только дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа см. в секции A4.2 в Приложении), или шов с разделкой кромок согласно рис. 2 для определения механических свойств композиционных электродов, свитых и с металлической сердцевиной, предназначенных только для однопроводной сварки.

(b) Наплавка согласно рис. 3 для химического анализа металла шва, наплавленного с помощью композиционных электродов, свитых и с металлической сердцевиной.

Образец для химического анализа металла шва, наплавленного с помощью композиционных электродов, можно отбирать в суженном сечении разрушенного при испытании на растяжение образца металла шва или из соответствующего участка шва с разделкой кромок (или любого участка выше него), показанного на рис. 1, во избежание необходимости

изготовления наплавки. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки, проиллюстрированный на рис. 3.

По причине высокого уровня растворения основного металла химический анализ металла шва, выполненный с помощью композиционных свитых электродов и композиционных электродов с металлической сердцевиной за один проход, образец для анализа не следует отбирать из основания шва с разделкой кромок, показанного на рис. 2.

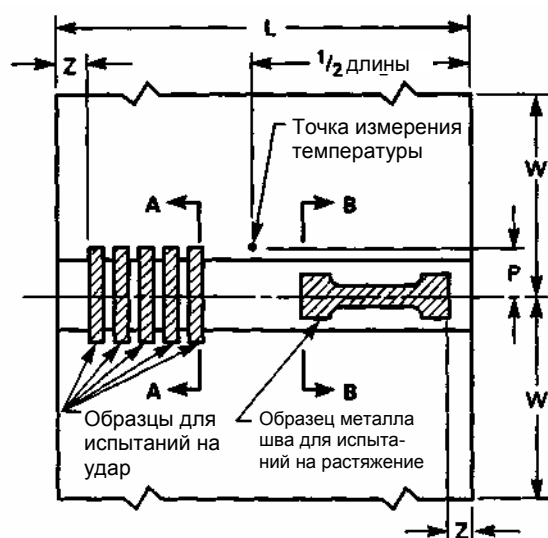
9.2 Подготовка каждого испытательного узла производится согласно пп. 9.3 и 9.4. Основным металлом каждого узла должен отвечать требованиям таблицы 6 и технических условий ASTM, указанных в данной таблице, или эквивалентных технических условий. Испытание узла должно проводиться согласно пп. 10.2, 10.3 и секциям 11 - 14.

9.3 Шов с разделкой кромок

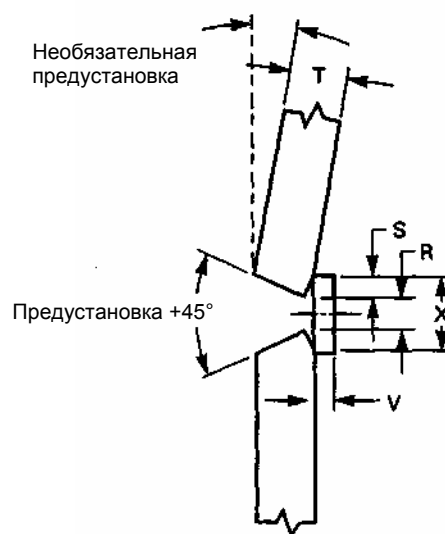
9.3.1 Для всех классов, кроме E70C-GS(X) [E48C-GS(X)], подготовка и сварка испытательного узла должна соответствовать рис. 1 с использованием основного металла соответствующего типа, указанного в таблице 6. Используемый электрод должен иметь размер 0,045 дюйма или 1/16 дюйма [1,2 мм или 1,6 мм] (или ближайший к одному из них размер из числа выпускаемых производителем, если указанные выше размеры не выпускаются). Требования к классификации на основании только дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) приведены в секции A4.2.

Сварка должна выполняться в нижней позиции, узел в ходе сварки должен быть зафиксирован (или иметь предварительную установку), чтобы коробление не превышало 5°. Если коробление превышает 5°, узел следует отбраковать. Выпрямление испытательных узлов не допускается. Узел должен быть сварен прихваточным швом при комнатной температуре

РИС. 1 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ

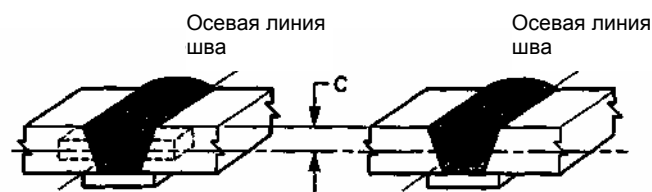


(А) Расположение образцов для испытаний на испытательной пластине

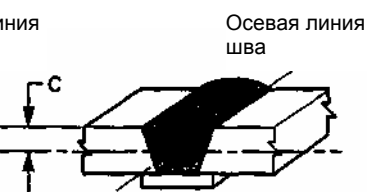


(В) Подготовка канавок на испытательной пластине

Размеры		дюйм	мм
C	Центр образца	3/8	9,5
L	Минимальная длина	10	250
P	Точка измерения температуры	1	25
R	Зазор между кромками	1/2	13
S	Минимальное перекрытие подкладочной полосы	1/4	6
V	Минимальная толщина подкладочной полосы	3/8	9
X	Минимальная ширина подкладочной полосы	1	25
T	Толщина	3/4	19
W	Минимальная ширина	5	125
Z	Минимальная обрезка	1	25



(С) Ориентация образца для испытания на удар



(D) Расположение образца металла шва для испытания на растяжение

Условия испытаний сплошных электродов ^{1,2}				
Стандартный размер [примечание (3)]	0,045 дюйма	[1,2 мм]	1/16	[1,6 мм]
Защитный газ [примечание (4)]	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂
Скорость подачи проволоки	450 дюйм/мин ± 5%	[190 мм/сек] ± 5%	240 дюйм/мин ± 5%	[100 мм/сек] ± 5%
Номинальное напряжение дуги	27 - 31 V	27 - 31 V	26 - 30 V	26 - 30 V
Результирующий ток, DCEP (постоянный ток, электрод положительный) [примечание (5)]	260 - 290 A	260 - 290 A	330 - 360 A	330 - 360 A
Расстояние от наконечника до рабочей детали [примечание (6)]	3/4 ± 1/8 дюйма	[19 ± 3 мм]	3/4 ± 1/8 дюйма	[19 ± 3 мм]
Скорость перемещения	13 ± 1 дюйм/мин	[5,5 ± 0,5 мм/сек]	13 ± 1 дюйм/мин	[5,5 ± 0,5 мм/сек]

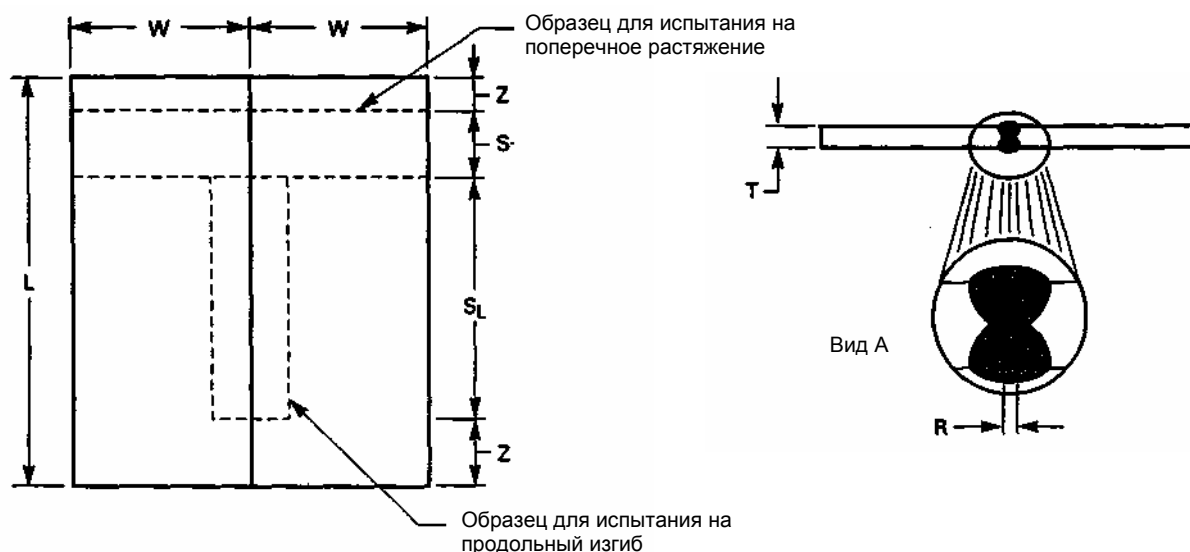
ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 6.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Перед сваркой узел можно предварительно установить, как показано на рисунке, чтобы полученный шов был достаточно плоским для облегчения отбора испытательных образцов. В качестве альтернативы может использоваться закрепление или комбинация закрепления и предустановки.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Условия испытаний для композиционных электродов должны соответствовать рекомендациям производителя.
- Температура предварительного нагрева и температура между проходами для сплошных и композиционных электродов должна соответствовать п. 9.3.1.
- При испытании электродов с размерами, отличающимися от указанных 0,045 дюйма и 1/16 дюйма [1,2 мм и 1,6 мм], скорость подачи проволоки (и результирующий ток), напряжение дуги и расстояние от наконечника до рабочей детали следует можно при необходимости изменить. Такая конфигурация соединения не рекомендуется для электродов размером менее 0,035 дюйма [0,9 мм].
- При использовании защитных газов или смесей, отличных от CO₂ (AWS A5.32, класс SG-C), скорость подачи проволоки (и результирующий ток), напряжение дуги и скорость перемещения должны соответствовать согласованным между покупателем и поставщиком.
- Требуемые комбинации скорости подачи электрода, напряжения дуги и расстояния от наконечника до рабочей детали должны создавать сварочные токи в указанном диапазоне. Если значения силы тока значительно выходят за пределы этих диапазонов, это указывает на наличие ошибок при установке скорости подачи, расстояния от наконечника до рабочей детали или напряжения, либо ошибки измерительных приборов.
- Расстояние от контактного наконечника до рабочей детали, а не от колпачка устройства подачи защитного газа до детали.

РИС. 2 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО СВАРНЫМ ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ПОПЕРЕЧНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И ОБРАЗЦА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ С ОПРАВКОЙ



Размеры			
		дюйм	мм
L	Минимальная длина	10	250
W	Минимальная ширина	4	100
R	Максимальный зазор между кромками	1/16	1,5
St	Образец для испытания поперек шва	2	50
SL	Образец для испытания вдоль шва	6	150
T	Толщина	1/4	6,4
Z	Минимальная обрезка	1	25

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 6.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- На виде А показано законченное соединение и приблизительная конфигурация шва.
- Условия проведения испытаний должны соответствовать рекомендованным производителем и должны предоставляться покупателю по запросу.

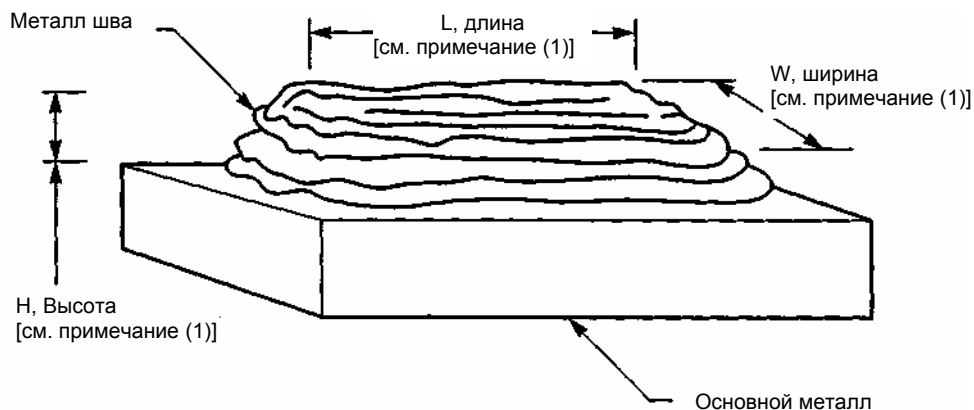
и сварка должна начинаться при той же температуре (не ниже 60°F [15°C]). Сварка должна продолжаться, пока температура металла не достигнет 325°F [165°C]; температуру измеряют с помощью термокарандашей или поверхностных термометров на участке, показанном на рис. 1.

Для остальной части шва следует поддерживать минимальную температуру предварительного нагрева 275°F [135°C] и максимальную температуру металла между проходами 325°F [165°C]. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед возобновлением сварки узел необходимо нагреть до температуры 300° ± 25°F [150° ± 15°C]. После завершения сварки и охлаждения узла узел необходимо подготовить и испытать, как описано в секциях 11, «Радиографическое испытание», 12 «Испытание на растяжение» и 14 «Испытание на удар». Все испытания проводятся непосредственно после сварки, за исключением необязательного старения образца металла шва для испытания на растяжение, установленного в п. 12.1.1.

9.3.2 В случае электродов для однопроводной сварки E70C-GS(X) [E48C-GS(X)] испытательный узел с использованием основного металла, указанного в таблице 6, необходимо подготовить и сварить, как показано на рис. 2. После сварки прихваточным швом листов на каждом конце испытательный узел сваривается в нижней позиции с валиком на каждой стороне. Сварка должна начинаться при комнатной температуре (не менее 60°F [15°C]). После завершения валика на одной стороне необходимо перевернуть узел и выполнить валик на другой стороне, как показано на рис. 2. Данную последовательность нарушать нельзя. Используемый электрод должен иметь размер 0,045 дюйма или 1/16 дюйма [1,2 мм или 1,6 мм] (или ближайший к одному из них размер из числа выпускаемых производителем, если указанные выше размеры не выпускаются).

После завершения сварки и охлаждения узла в спокойном воздухе при комнатной температуре узел следует подготовить и испытать в соответствии с п. 12.2 и секцией 13 «Испытания на изгиб».

РИС. 3 НАПЛАВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО КОМПОЗИЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

**ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:**

- (a) В качестве основы для наплавки используется металл любого из указанных в таблице 6 типа, любого удобного размера.
- (b) Поверхность основного металла, на которую наплавляется присадочный металл, должна быть чистой.
- (c) Наплавление следует выполнять в нижней позиции, с нанесением последовательных слоев до достижения достаточной высоты наплавки.
- (d) Число и размер валиков зависит от размера электрода и ширины шва, а также использованной силы тока.
- (e) Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F [15°C], а температура между проходами не более 325°F [165°C].
- (f) Появляющийся шлак следует удалять после каждого прохода.
- (g) Для контроля температуры металла, между проходами, перед нанесением последующего слоя, наплавку можно закалять в воде.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Готовая наплавка должна иметь не менее четырех слоев в высоту (H), длину (L) с учетом припуска на начальную и конечную зоны, и ширину (W), достаточную для выполнения анализа. Образец для анализа следует отбирать на высоте не менее 3/8 дюйма [9,5 мм] над поверхностью основного металла.

ТАБЛИЦА 6
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Классификация AWS	Технические условия ASTM	Номер по UNS
Все, кроме E70C-GS(X) [E48C-GS(X)]	A36,	K02600
	A285 марка C	K02801
	A515 марка 70 или	K03101
	A516 марка 70	K02700
E70C-GS(X) [E48C-GS(X)]	A515 марка 70 или	K03101
	A516 марка 70	K02700

Все испытания проводятся непосредственно после сварки, за исключением необязательного старения образцов для испытания на изгиб, описанного в п. 13.2.

9.4 Наплавка. Наплавка должна быть выполнена с использованием композиционных электродов, свитых или с металлической сердцевиной, как показано на рис. 3, кроме случаев, когда в соответствии с п. 9.1 образец для анализа отбирается из шва с разделкой кромок (рис. 1) или образца металла шва, разрушенного в ходе испытаний на растяжение. В качестве основы для образца необходимо использовать основной металл любого подходящего размера, удовлетворяющий минимальным требованиям, установленным на рис. 3, и принадлежащий к типу, указанному в таблице 6. Поверхность основного металла, на который наносится присадочный металл, должна быть чистой. Наплавление должно выполняться в нижней позиции в несколько слоев до получения неразбавленного сварочного металла (толщиной не менее 4 слоев). Используемый электрод дол-

жен иметь размер 0,045 дюйма или 1/16 дюйма [1,2 мм или 1,6 мм], или ближайший к одному из них размер из числа выпускаемых производителем, если указанные выше размеры не выпускаются. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F [15°C], а температура между проходами не должна превышать 325°F [165°C]. Возникающий шлак следует удалять после каждого прохода. Между проходами наплавку можно закалять в воде (температура воды не устанавливается). Размеры готовой наплавки должны соответствовать показанным на рис. 3. Испытание такого узла должно проводиться в соответствии с пунктами 10.2 и 10.3. Результаты должны удовлетворять требованиям п. 10.4.

10. Химический анализ

10.1 Образец сплошного электрода или прутка должен быть подготовлен для химического анализа. При проведении анализа сплошного присадочного металла на содержание элементов, входящих в состав покрытия (например, омеднение), покрытие не снимается. При проведении анализа присадочного металла на содержание элементов, которые не содержатся в покрытии, покрытие необходимо снять, если его наличие влияет на результаты анализа на содержание других элементов.

10.2 При применении композиционных присадочных металлов, свитых или с металлической сердцевиной, образец для анализа следует отбирать из металла шва, наплавленного с применением данного присадочного металла, а не из самого присадочного металла. Образец для анализа можно отобрать из металла шва, наплавленного с применением электрода и защитного газа, указанных в таблицах 2 и 3. Обра-

зец можно отбирать из наплавки, подготовленной в соответствии с п. 9.4, с участка шва с разделкой кромок согласно п. 9.1, или из суженного сечения разрушенного при испытании на растяжение образца. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки.

Верхнюю часть наплавки, рассмотренной в п. 9.4 и показанной на рис. 3, необходимо удалить и отбраковать. Образец для анализа следует отобрать из нижележащего металла с применением необходимых механических средств, не ближе чем на 3/8 дюйма [9,5 мм] от поверхности основного металла, показанной на рис. 3. Образец не должен содержать шлака. Если образец отбирается из шва с разделкой кромок или суженного сечения разрушенного при испытании на растяжение образца, материал необходимо подготовить к анализу, пользуясь необходимыми механическими средствами.

10.3 Образец, полученный в соответствии с п. 10.1 или 10.2, необходимо подвергнуть анализу с помощью приемлемых методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 350.

10.4 Результаты анализа должны отвечать требованиям к классификации испытываемых электродов, приведенным в таблице 1 (сплошные электроды) или таблице 2 (композиционные электроды).

11. Радиографическое испытание

11.1 Шов с разделкой кромок, описанный в п. 9.3.1 и показанный на рис. 1, необходимо подвергнуть радиографическим испытаниям для оценки бездефектности металла шва. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основного металла либо с ровным по высоте выступом, не превышающим 3/32 дюйма [2,5 мм]. Допускается удаление основного металла с обеих сторон испытательного образца на 1/16 дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания. Не следует удалять металл шва на более чем 1/16 дюйма [1,5 мм] от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности испытательного узла в зоне шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации радиографических снимков.

11.2 Радиографические испытания шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 1032. Должен использоваться уровень качества контроля 2-2T.

11.3 Металл шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки не выявляют трещин, неспаров или скругленных индикаторных следов, превышающих допустимые, установленные радиографическими эталонами, показанными на рис. 4. При оценке радиографического снимка участки длиной 1 дюйм [25 мм] шва с каждого конца испытательного узла не должны привлекать внимание.

Скругленным индикаторным следом является такой индикаторный след на радиографическом снимке, длина которого не превышает трехкратного значения ширины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если таковой имеется. Индикаторный след может указывать на пористость или шлаковые включения. Если наибольший размер индикаторного следа не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], им можно пренебречь.

Испытательные узлы не отвечают требованиям настоящих технических условий, если индикаторные следы на их радиографических снимках превышают наибольшие допустимые значения, показанные на радиографических эталонах (рис. 4).

12. Испытание на растяжение

12.1 Один образец металла шва для испытания на растяжение, описанный в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, должен быть получен механической обработкой из шва с разделкой кромок, рассмотренного в п. 9.3.1 и показанного на рис. 1, в соответствии с таблицей 5. Образец для испытания на растяжение должен иметь номинальный диаметр 0,500 дюйма [12,5 мм] и номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4:1. Другие размеры образца должны соответствовать установленным в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

12.1.1 После механической обработки, но перед испытанием, образец, выполненный с помощью композиционных электродов, может подвергаться старению только при температуре 200° – 220°F [95° – 105°C] в течение не более 48 часов, после чего он должен охладиться до комнатной температуры. Информацию о назначении процесса старения см. в п. A8.3.

12.1.2 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

12.1.3 Результаты испытания на растяжение образца металла шва должны отвечать требованиям, установленным в таблице 3. В протоколах испытаний необходимо указать, в каком состоянии (после старения или без старения) проводились испытания образца (только для композиционных электродов).

12.2 Один прямоугольный образец для испытания на поперечное растяжение, описанный в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, должен быть получен механической обработкой из шва с разделкой кромок, рассмотренного в п. 9.3.2 и показанного на рис. 2, в соответствии с таблицей 5. Образец для испытания на поперечное растяжение должен иметь номинальную толщину 1/4 дюйма [6,5 мм], ширину суженного участка 1 1/2 дюйма [38 мм] и минимальную длину 8 дюймов [200 мм]. Другие размеры образца должны соответствовать установленным в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

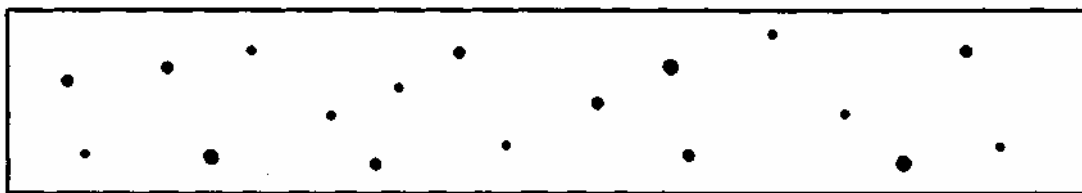
12.2.1 Испытание образца должно проводиться непосредственно после сварки (без старения) в соответствии с требованиями, установленными в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

12.2.2 Результаты испытаний на поперечное растяжение должны отвечать требованиям, установленным в таблице 3. Если разрушение происходит по основному металлу, образец должен оцениваться как отвечающий установленным требованиям.

13. Испытание на изгиб

13.1 Один прямоугольный образец для испытания на продольный лицевой изгиб, описанный в секции «Испытания на изгиб» стандарта AWS B4.0 или

РИС. 4 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ

**(a) Разнообразные скругленные индикаторные следы**

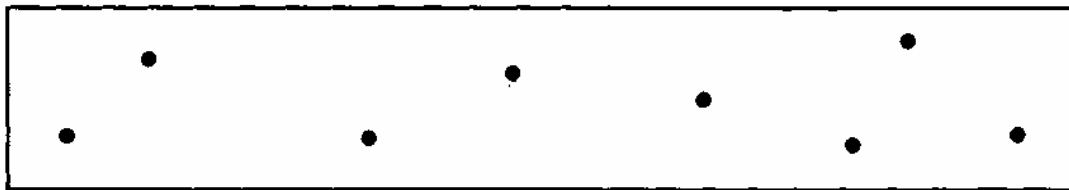
Размер от 1/64 дюйма [0,4 мм] до 1/16 дюйма [1,6 мм] по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов [150 мм] = 18, со следующими ограничениями.

Максимальное число крупных индикаторных следов диаметром или длиной 3/64 дюйма [1,2 мм] – 1/16 дюйма [1,6 мм] = 3.

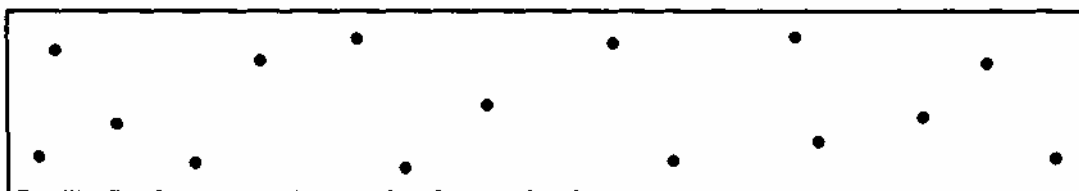
Максимальное число средних индикаторных следов диаметром или длиной 1/32 дюйма [0,8 мм] – 3/64 дюйма [1,2 мм] = 5.

Максимальное число мелких индикаторных следов диаметром или длиной 1/64 дюйма [0,4 мм] – 1/32 дюйма [0,8 мм] = 10.

**(b) Крупные скругленные индикаторные следы**

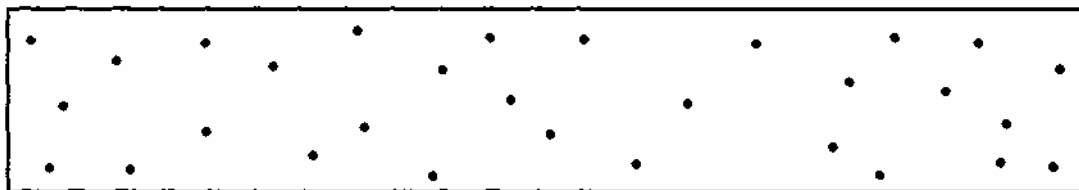
Размер от 3/64 дюйма [1,2 мм] до 1/16 дюйма [1,6 мм] по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов [150 мм] = 8.

**(c) Средние скругленные индикаторные следы**

Размер от 1/32 дюйма [0,8 мм] до 3/64 дюйма [1,2 мм] по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов [150 мм] = 15.

**(d) Мелкие скругленные индикаторные следы**

Размер от 1/64 дюйма [0,4 мм] до 1/32 дюйма [0,8 мм] по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке шва длиной 6 дюймов [150 мм] = 30.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
- Поскольку данные испытательные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.
- Индикаторными следами, наибольший размер которых не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], можно пренебречь.
- Данные эталоны эквивалентны эталонам класса 1 в стандарте AWS A5.1.

B4.0M, должен быть получен механической обработкой из испытательного узла со сварным швом с разделкой кромок, рассмотренного в п. 9.3.2 и показанного на рис. 2, в соответствии с таблицей 5. Образец для испытания на продольный лицевой изгиб должен иметь номинальную толщину 1/4 дюйма [6,5 мм], ширину 1 1/2 дюйма [2 мм] и минимальную длину 38 дюймов [150 мм]. Другие размеры образца должны соответствовать установленным в секции «Испытания на изгиб» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

13.2 После механической обработки, но перед испытанием на изгиб, образец может подвергаться старению при температуре 200° – 220°F [95° – 105°C] в течение не более 48 часов, после чего он должен охладиться до комнатной температуры. Информацию о назначении процесса старения см. в п. A8.3.

13.3 Испытания должны проводиться в соответствии с требованиями, установленными в секции «Испытания на изгиб» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, с использованием любого из описанных там стандартных устройств для испытаний на изгиб. Радиус изгиба должен составлять 3/4 дюйма [19 мм]. Расположение образца должно быть таким, чтобы при изгибе растяжению подвергалась та сторона, на которой расположен валик с большим количеством неоднородностей.

13.4 Каждый образец после изгиба должен иметь радиус 3/4 дюйма [19 мм] с соответствующим припуском на упругое последствие; металл шва не должен содержать раскрытий величиной более 1/8 дюймов [3,2 мм] на выпуклой стороне.

14. Испытание на удар

14.1 Для классов, требующих проведения испытаний на удар в соответствии с таблицей 5, необходимо способом механической обработки изготовить пять образцов с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи, из испытательного узла, показанного на рис. 1, в соответствии с секцией «Испытания на вязкость разрушения» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность образца с V-образным надрезом для испытаний по Шарпи должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм]. Другие две поверхности должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхностью прямой угол с отклонением не более ±10 минут. Надрез должен быть выполнен механическими средствами, быть достаточно гладким и перпендикулярным продольным кромкам образца с допуском 1°.

Геометрия надреза должна быть измерена по крайней мере на одном образце из каждых пяти. Измерение должно производиться при увеличении минимум в 50 раз с помощью либо теневого проектора, либо металлографического микроскопа. Правильное расположение надреза необходимо проверить травлением до или после механической обработки.

14.2 Испытания данных пяти образцов должны проводиться в соответствии с требованиями секции «Испытания на вязкость разрушения» стандарта AWS B4.0 или B4.0M. Температура испытания должна соответствовать значениям, указанным в таблице 4 для соответствующего класса электрода.

14.3 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. Два из оставшихся трех

ТАБЛИЦА 7
ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ
НЕОБЯЗАТЕЛЬНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ
ДИФфуЗИОННОГО ВОДОРОДА

Классификация AWS	Необязательное дополнительное обозначение диффузионного водорода ^{a,b}	Максимальное среднее содержание диффузионного водорода (мл/100 г наплавленного металла) ^c
Все	H16	16,0
Все	H8	8,0
Все	H4	4,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. См. примечание с к таблице 5.

b. Данное обозначение добавляется в конец полного классификационного обозначения электрода.

c. Некоторые классы могут не соответствовать более низким средним уровням диффузионного водорода (H8 и H4).

значений должны быть не ниже установленного уровня в 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не меньше 15 фут•(фунт-сила) [20 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее требуемого значения в 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж].

14.4 Для классов с обозначением «N» (ядерный) необходимо дополнительно подготовить три образца. Данные образцы должны подвергаться испытаниям при комнатной температуре. Два результата из трех должны быть не ниже 75 фут•(фунт-сила) [100 Дж], а третий – не ниже 70 фут•(фунт-сила) [95 Дж]. Среднее значение из трех должно быть не менее 75 фут•(фунт-сила) [100 Дж].

15. Испытание на содержание диффузионного водорода

15.1 Для каждого электрода, помеченного необязательным обозначением диффузионного водорода, размером 0,045 дюйма или 1/16 дюйма [1,2 мм или 1,6 мм] или размера из числа выпускаемых производителем, наиболее близкого к указанным, если указанные размеры не выпускаются, должно быть проведено испытание в соответствии с одним из методов, рассмотренных в стандарте AWS A4.3. Если среднее значение результатов испытаний удовлетворяет требованиям, приведенным в таблице 7, в классификационное обозначение можно включить необязательное дополнительное обозначение диффузионного водорода.

15.2 Испытание должно проводиться без повторного прокалывания или какого-либо другого кондиционирования электрода, если производитель не дает иных рекомендаций. Если электрод подвергается повторному прокалыванию, это необходимо отметить в протоколе испытания наряду с указанием использованного метода прокалывания.

15.3 Для сертификации соответствия требованиям к содержанию диффузионного водорода эталонными являются атмосферные условия, обеспечивающие абсолютную влажность 10 гран влаги на фунт сухого воздуха [1,43 г/кг] во время сварки (см. A8.2.5). Фактические атмосферные условия должны быть указаны наряду со средним значением результата испытаний в соответствии со стандартом AWS A4.3⁷.

⁷ См. п. A8.2 (приложение A)

15.4 Если абсолютная влажность во время подготовки испытательного узла равна или превышает эталонное значение, испытание считается удовлетворяющим требованиям данных технических условий при условии, что фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям в отношении диффузионного водорода для применяемого необязательного дополнительного обозначения. Аналогичным образом, если фактические результаты испытания электрода отвечают требованиям к более низкому или самому низкому обозначению диффузионного водорода, как указано в таблице 7, электрод также отвечает требованиям для обозначения, соответствующего более высокому содержанию диффузионного водорода в таблице 7, без необходимости проведения повторного испытания.

РАЗДЕЛ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

16. Способ изготовления

Электроды и прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

17. Стандартные размеры

Стандартные размеры электродов и прутков в различных формах упаковки (прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки — см. секцию 19 «Стандартные формы упаковки») должны соответствовать указанным в табл. 8.

18. Чистовая обработка и однородность

18.1 Все электроды и прутки должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения в композиционных электродах с металлической сердцевинкой) и инородных включений, которые могли бы отрицательно повлиять на сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

18.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из материала одной плавки или партии, а сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

18.3 Компоненты композиционных электродов (включая составляющие металлической сердцевинки в соответствующих композиционных электродах) должны быть достаточно равномерно распределены по длине электрода, чтобы не оказывать отрицательного влияния на рабочие характеристики электрода и свойства металла шва.

18.4 Подходящее защитное покрытие может быть нанесено на любой присадочный металл, указанный в данных технических условиях. В качестве покрытия для металла любого класса, за исключением имеющих обозначение «N» (ядерный), может использоваться медь.

19. Стандартные формы упаковки

19.1 Стандартными являются следующие формы упаковки: прямые отрезки, бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры и вес каждой формы упаковки приведены в таблице 9. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

19.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

19.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию присадочного металла при нормальном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте. Стандартные катушки показаны на рис. 5А и 5В.

20. Требования к намотке

20.1 Электроды на катушках и в бухтах (включая барабаны и намоточные барабаны) должны быть намотаны без перекручивания, извивов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец присадочного металла (тот конец, с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить, и закреплен, чтобы предотвратить разматывание.

20.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

20.3 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошного присадочного металла на катушках диаметром 4 дюйма [100 мм] должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободного размещения на плоской поверхности:

(а) образовывал окружность диаметром не менее 4 дюйма [100 мм] и не более 9 дюймов [230 мм];

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1/2 дюйма [13 мм] в любой точке.

20.4 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошного присадочного металла в упаковках всех других видов упаковки должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободного размещения на плоской поверхности:

(а) образовывал окружность диаметром не менее 12 дюймов [300 мм] для присадочных металлов диаметром 0,030 дюйма [0,8 мм] и менее; или не менее 15 дюймов [380 мм] для присадочных металлов диаметром 0,035 дюйма [0,9 мм] и более;

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любой точке.

Некоторые виды упаковки навалом включают в себя упруго скрученную или обработанную другим способом проволоку, предназначенную для прямой подачи. Проволока, отрезанная от таких упаковок, не

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ^a

			Допуски			
			Сплошные		Композиционные	
Стандартные формы упаковки			Диаметр			
			дюйм	мм	дюйм	мм
Прямые отрезки ^b		0,045	-	±0,001	-	±0,002
		-	1,2	-	+0,01,-0,04	+0,02,-0,05
	1/16	0,062	1,6	±0,002	+0,01,-0,04	±0,002
	5/64	0,078	2,0	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	3/32	0,094	2,4	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	1/8	0,125	3,2	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003
	5/32	0,156	4,0	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003
	3/16	0,188	4,8 ^c	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003
Бухты на бобинах и без бобин		0,030	0,8	±0,001	+0,01,-0,04	±0,002
		0,035	0,9	±0,001	+0,01,-0,04	±0,002
		-	1,0	-	+0,01,-0,04	-
		0,045	-	±0,001	-	±0,002
		-	1,2	-	+0,01,-0,04	-
		0,052	-	±0,002	-	±0,002
		-	1,4	-	+0,01,-0,04	-
	1/16	0,062	1,6	±0,002	+0,01,-0,04	±0,002
	5/64	0,078	2,0	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	3/32	0,094	2,4	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	7/64	0,109	2,8	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003
	1/8	0,125	3,2	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003
Барабаны		0,035	0,9	±0,001	+0,01,-0,04	±0,002
		-	1,0	-	+0,01,-0,04	-
		0,045	-	±0,001	-	±0,002
		-	1,2	-	+0,01,-0,04	-
		0,052	-	±0,002	-	±0,002
		-	1,4	-	+0,01,-0,04	-
	1/16	0,062	1,6	±0,002	+0,01,-0,04	±0,002
	5/64	0,078	2,0	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	3/32	0,094	2,4	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	7/64	0,109	2,8	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003
	1/8	0,125	3,2	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003
Катушки		0,020	0,5 ^c	±0,001	+0,01,-0,03	±0,002
		0,025	0,6	±0,001	+0,01,-0,03	±0,002
		0,030	0,8	±0,001	+0,01,-0,04	±0,002
		0,035	0,9	±0,001	+0,01,-0,04	±0,002
		-	1,0	-	+0,01,-0,04	-
		0,045	-	±0,001	-	±0,002
		-	1,2	-	+0,01,-0,04	-
		0,052	-	±0,002	-	±0,002
		-	1,4	-	+0,01,-0,04	-
	1/16	0,062	1,6	±0,002	+0,01,-0,04	±0,002
	5/64	0,078	2,0	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	3/32	0,094	2,4	±0,002	+0,01,-0,04	±0,003
	7/64	0,109	2,8	±0,002	+0,01,-0,07	±0,003

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Размеры, допуски и формы упаковки, отличные от указанных в данной таблице, должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- b. Длина должна составлять 36 дюймов ± 1/2 дюйма [900 + 25,-0 мм].
- c. В стандарте ISO 544:2003 не входит в число стандартных метрических размеров.

ТАБЛИЦА 9
ТРЕБОВАНИЯ К УПАКОВКЕ ^a

Тип упаковки	Размер упаковки ^d			Вес нетто электрода ^b	
	дюйм		мм	фунт	кг
Бухты без бобин	Как установлено покупателем ^c			Как установлено покупателем ^c	
Бухты с бобинами (см. ниже)	6-3/4	ВД	170	14	6
	12	ВД	300	25, 30, 50, 60 и 65	10, 15, 25 и 30
	4	НД	100	1-1/2 и 2-1/2 ⁱ	0,5 и 1,0
	8	НД	200	10, 12 и 15	4,5, 5,5 и 7
	12	НД	300	25, 30, 35 и 44	10, 15 и 20
	14	НД	350	50 и 60	20 и 25
	22	НД	560	250	100
	24	НД	610	300	150
	30	НД	760	600, 750 и 1000	250, 350 и 450
	15-1/2	НД	400	Как установлено покупателем ^c	
Барабаны	20	НД	500	Как установлено покупателем ^c	
	23	НД	600	300 и 600	150 и 300
Прямые отрезки	Длина 36	...	Длина 900	2, 5, 10 и 50	1, 2, 5 и 20
Бухты с бобиной — стандартные размеры и вес					

Размеры бухты						
Размер электрода	Вес нетто бухты ^b		Внутренний диаметр вкладыша		Ширина намотки электрода	
	фунт	кг	дюйм	мм	дюйм, макс.	мм, макс.
	14	6	6-3/4 ± 1/8	170 ± 3	3	75
Все	25 и 30	10 и 15	12 ± 1/8	300 +3,-10	2-1/2 или 4-5/8	65 или 120
	50, 60 и 65	20, 25 и 30	12 ± 1/8	300 +3,-10	4-5/8	120

ПРИМЕЧАНИЯ:

- По соглашению между поставщиком и покупателем могут поставляться размеры и веса нетто, отличные от указанных в таблице.
- Допуск на вес нетто должен составлять ± 10%.
- По соглашению между поставщиком и покупателем.
- ВД – внутренний диаметр,
НД – наружный диаметр

будет образовывать окружность. По этой причине обычные свойства укладки и наклона винтовой линии могут не измеряться. Представленная в таком виде проволока должна удовлетворять только требованиям к намотке, установленным в пп. 20.1 и 20.2. Все методы контроля формы проволоки должны согласовываться между покупателем и поставщиком.

21. Маркировка присадочного металла

21.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям секции 23 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту, катушку и барабан.

21.2 Бухты без бобин должны быть снабжены этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу бухты.

21.3 Для бухт с бобиной такая этикетка прочно закрепляется на видном месте бобины.

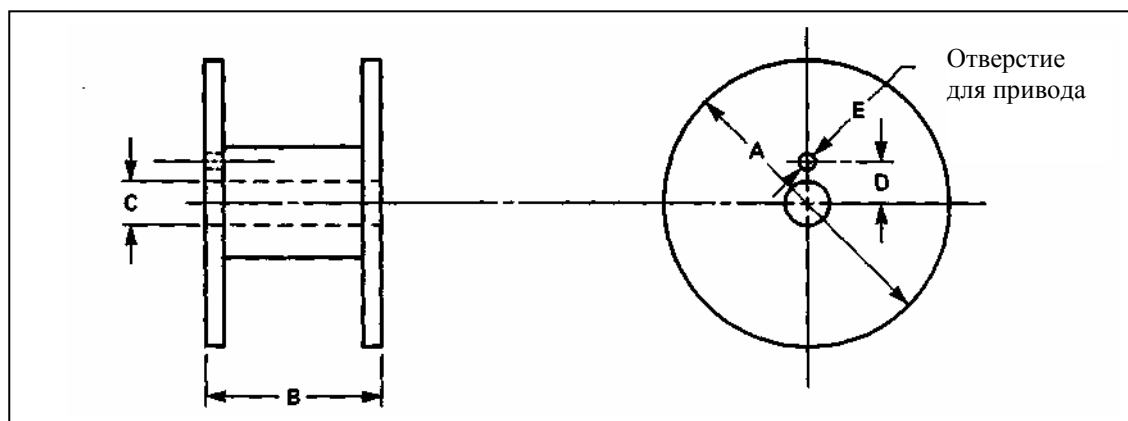
21.4 У катушек эта информация должна быть четко обозначена на видном месте на наружной стороне, по крайней мере, одного фланца.

21.5 У барабанов информационная этикетка прочно крепится на видном месте на боковой стороне барабана.

22. Упаковка

Электроды и прутки должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

РИС. 5А СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 4, 8, 12 И 14 ДЮЙМОВ [100, 200, 300 И 350 ММ]



Размеры									
		Катушка 4 дюйма [100 мм]		Катушка 8 дюймов [200 мм]		Катушка 12 дюймов [300 мм]		Катушка 14 дюймов [350 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, максимальный [примечание (1)]	4,0	102	8,0	203	12	305	14	355
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103	4,0	103
	Допуск	±0,03	+0, -2	±0,03	+0, -3	±0,06	+0, -3	±0,06	+0, -3
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	+0,01, -0	+1, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0
D	Расстояние между осями	-	-	1,75	44,5	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	-	-	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5
E	Диаметр [примечание (2)]	-	-	0,44	10	0,44	10	0,44	10
	Допуск	-	-	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0

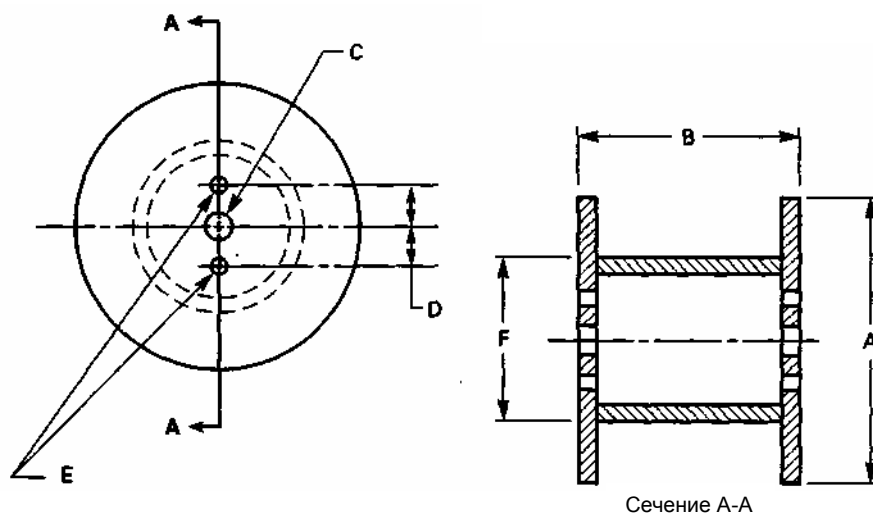
ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Наружный диаметр цилиндрической части должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.
 (b) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Метрические размеры и допуски соответствуют ISO 864, за исключением «А», где указаны $\pm$ допуски на номинальный диаметр, а не только + допуск, который приводится здесь как максимум.
 (2) На каждом фланце имеются отверстия, однако совмещать их нет необходимости. Для катушек диаметром 4 дюйма [100 мм] наличия отверстия для привода не требуется.

РИС. 5В СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 22, 24 И 30 ДЮЙМОВ [560, 610 И 760 ММ]



Размеры							
		Катушки 22 дюйма [560 мм]		Катушки 24 дюйма [610 мм]		Катушки 30 дюймов [760 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, максимальный	22	560	24	610	30	760
B	Ширина	12	305	13,5	345	13,5	345
C	Диаметр	1,31	35,0	1,31	35,0	1,31	35,0
	Допуск	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5
D	Расстояние между осями	2,5	63,5	2,5	63,5	2,5	63,5
	Допуск	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5
E	Диаметр [примечание (1)]	0,69	16,7	0,69	16,7	0,69	16,7
	Допуск	+0, -0.06	±0.7	+0, -0.06	±0.7	+0, -0.06	±0.7

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Наружный диаметр цилиндрической части (размер F) должен обеспечивать нормальную подачу электрода
 (b) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не привело к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- (1) Два отверстия, имеющиеся на каждом фланце, должны быть совмещены с центральным отверстием.

23. Маркировка упаковки

23.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- (a) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS с учетом любого необязательного дополнительного показателя, если он применим;
 (b) Наименование поставщика и торговая марка;
 (c) Размер и вес нетто (см. п. 6.1);
 (d) Номер партии, контроля или плавки.

23.2 Соответствующие сведения по технике безопасности⁸, приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте, должны быть разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая индивидуальную упаковку в составе групповой упаковки.

⁸ Типичные примеры "предупреждающих ярлыков" для некоторых распространенных и специфических расходных материалов, используемых в определенных процессах, показаны на рисунках в стандарте ANSI Z49.1

Приложение А

Руководство к техническим условиям для электродов и прутков из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа

(Данное приложение не является частью AWS A5.18/A5.18M:2005, *Электроды и прутки из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа. Технические условия*, и включено только для информации.)

А1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов и флюсов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. В тех случаях, когда это удастся сделать и является полезным, приводится ссылка на соответствующий основной металл. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

А2. Система классификации

А2.1 Система классификационного обозначения электрода в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для классификации присадочных металлов. Иллюстрация данной системы приводится на рис. А1.

А2.2 Буква «Е» обозначает электрод, как в других технических условиях. Буквы «ER» указывают, что присадочный металл может использоваться в качестве электрода или прутка. В А5.18 число 70 указывает на требуемый минимальный предел прочности на растяжение, как кратное 1000 фунт/кв.дюйм, для металла испытательного шва, выполненного в соответствии с техническими условиями А5.18. Аналогичным образом, в А5.18М число 48 указывает на требуемый минимальный предел прочности на растяжение, как кратное 10 МПа, для металла испытательного шва, выполненного в соответствии с техническими условиями А5.18М.

Буква «S» обозначает сплошной электрод или прутки.

Буква «C» обозначает композиционный электрод. Обозначение после дефиса (2, 3, 4, 6, 7, G или GS) указывает на химический состав и (или) требования к испытаниям на удар, приведенные в таблицах 1 – 5.

Для некоторых композиционных электродов, свитых и с металлической сердцевиной, в обозначение добавляется буква «M» или «C», указывающая на тип защитного газа.

Добавление буквы «N» в классификационное обозначение указывает на то, что электрод предназначен для выполнения определенных очень специфических сварных швов в ядерной технике. Такие швы встречаются в опоясывающей части активной зоны ядерного реактора. Эта часть конструкции подвергается интенсивному нейтронному облучению, поэтому необходимо ограничить содержание фосфора, ванадия

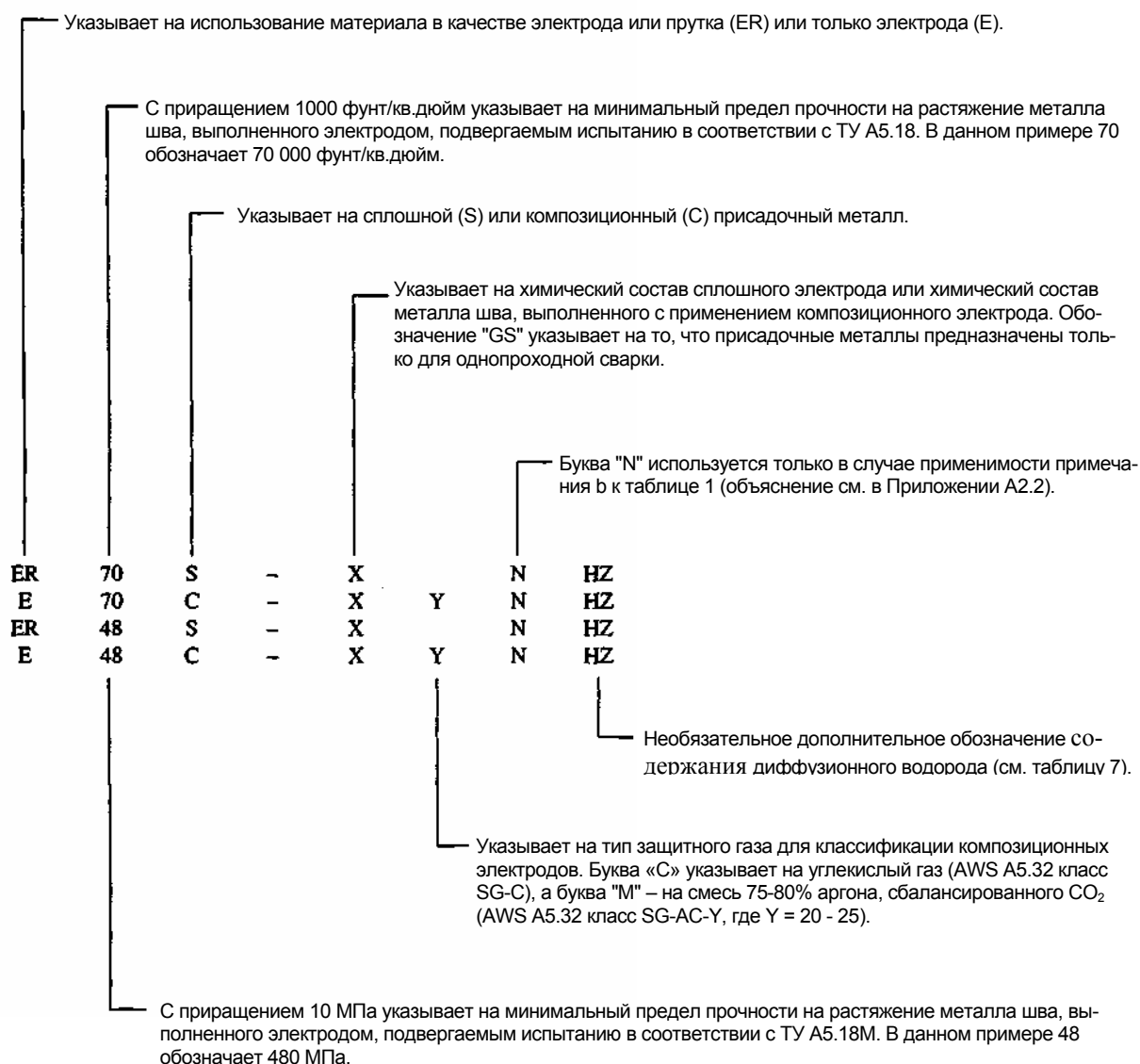
и меди в металле шва, чтобы снизить охрупчивание под действием нейтронного излучения. Необходимо также, чтобы металл шва имел высокий уровень ударной вязкости при вязком разрушении, чтобы выдержать некоторое охрупчивание, сохраняя эксплуатационную надежность в течение многих лет.

В настоящих технических условиях также используются необязательные обозначения для идентификации электродов и прутков, отвечающих обязательным классификационным требованиям, а также некоторым дополнительным требованиям, согласованным между поставщиком и покупателем. За классификационным обозначением может следовать необязательный дополнительный указатель диффузионного водорода (H16, H8 или H4), который указывает, какому из трех значений максимального содержания водорода (16, 8 или 4 мл/100 г наплавленного металла) соответствует электрод при испытании согласно стандарту AWS A4.3. Если классификационное обозначение указывает на то, что электрод соответствует более низкому или самому низкому содержанию водорода согласно таблице 7, это подразумевает, что данный электрод также соответствует всем более высоким пределам содержания водорода; при этом его маркировка соответствующим обозначением не требуется.

А2.3 Классификация «G»

А2.3.1 В данных технических условиях указаны присадочные металлы классов ER70S-G [ER48S-G], E70C-G [E48C-G] и E70C-GS [E48C-GS]. Обозначение «G» (многопроходная сварка) или «GS» (однoproходная сварка) указывает на принадлежность присадочного металла к общему классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Назначение такой классификации заключается в предоставлении возможности классифицировать в рамках настоящих технических условий те присадочные металлы, которые в том или ином отношении (например, химический состав) отличаются от всех других классов (т.е. в данном примере состав присадочного металла не соответствует химическому составу любого из классов в настоящих технических условиях). Целью при этом является обеспечение возможности немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра.

РИС. А1 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ



Это означает, следовательно, что два присадочных металла, имеющих одинаковое обозначение «G», могут значительно различаться по некоторым параметрам (например, по химическому составу).

A2.3.2 Само различие (но не обязательно величина этого различия), речь о котором шла выше, выражается в настоящих технических условиях формулировками «Не требуется» и «Не оговорено». Суть этих формулировок заключается в следующем:

(a) Выражение «*Не оговорено*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет о результатах некоторого конкретного испытания. Оно означает, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены.

(b) Выражение «*Не требуется*» используется в тех разделах технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации при

садочного металла. Это выражение означает, что данное испытание не является обязательным, поскольку требования к испытанию (к результатам испытания) для данного класса не установлены.

Иначе говоря, если конкретное требование не установлено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание для того, чтобы отнести присадочный металл к определенному классу. Если покупатель желает получить результаты такого испытания, с тем чтобы рассмотреть возможность конкретного применения данного изделия этого класса, он должен оговорить возможность получения указанной информации от поставщика изделия. Покупатель должен также согласовать с поставщиком методику приемочных испытаний и требования к результатам этих испытаний. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (с помощью стандарта ANSI/AWS A5.01) в заказ на поставку.

A2.3.3 Запрос о введении нового класса присадочного металла

A2.3.3.1 Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса «G», производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой. Если производитель предпочитает использовать класс «G», Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

A2.3.3.2 Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В запросе должны быть указаны, в частности, следующие сведения:

(a) Все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, требования к химическому составу, механическим свойствам.

(b) Все условия проведения испытаний, используемых для установления соответствия изделия классификационным требованиям. (Достаточно будет, например, указать, что условия сварки аналогичны условиям, применимым для других классов.)

(c) Информация по темам «Описание» и «Предполагаемое использование», аналогичная существующим для других классификаций, для соответствующей секции Приложения.

Без вышеуказанной информации запрос на введение нового класса будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

A2.3.3.3 Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(a) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса;

(b) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;

(c) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(d) подшивает оригинал запроса в дело;

(e) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

A2.3.3.4 Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

A2.3.3.5 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*, как оговорено в данном документе. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, таблица 1 стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

A4. Сертификация

A4.1 Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и необязательных дополнительных обозначений (при их наличии) на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или производитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Единственным безоговорочным требованием в отношении испытаний при такой сертификации является фактическое проведение производителем испытаний, требуемых согласно техническим условиям, в отношении представительной выборки поставляемого материала и соответствие результатов этих испытаний требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая партия данного класса, имеющая одинаковый состав. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса, имеющая одинаковый состав. «Сертификация» не подразумевает, что испытания любого рода были обязательно проведены на образцах материала поставки. Испытания этого материала не обязательно были проведены. Основанием для удостоверения соответствия техническим условиям является классификационное испытание «представительной выборки», определение которой дано выше, и «Программа производителя по обеспечению качества» стандарта AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

A4.2 (Необязательный) По усмотрению и за счет покупателя приемка может быть основана на результатах любых или всех испытаний, требуемых дан-

ными техническими условиями, проведенных на полученном сваркой вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) испытательном узле, показанном на рис. А2. Необходимо подготовить один круглый образец металла шва для испытаний на растяжение, описанный в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, из шва с разделкой кромок, показанного на рис. А2. Образец для испытания на растяжение должен иметь номинальный диаметр 0,350 дюйма [9,0 мм] и номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4:1. Испытания образца должны проводиться в соответствии с п. 12.1. Другие размеры образца должны соответствовать установленным в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

Образец с V-образным надрезом для испытаний на ударную вязкость по Шарпи должен соответствовать описанному в секции 14. Для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) или плазменно-дуговой сварки (PAW) применение композиционных электродов не рекомендуется.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (c) интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;
- (e) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1 (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A.6 Аспекты сварочных работ

A6.1 Дуговую сварку металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW) можно разделить на три категории в зависимости от режима переноса металла. Эти режимы представляют собой (1) струйный перенос (обычный или пульсирующий), (2) крупнокапельный перенос и (3) перенос коротким замыканием. В струйном, пульсирующем струйном и крупнокапельном режимах перенос происходит в виде отдельных капель, которые отделяются от электродов и поступают по столбу дуги в сварочную ванну. В режиме короткого замыкания металл наплавляется во время серии частых коротких замыканий при введении электрода в сварочную ванну.

A6.2 Струйный перенос

A6.2.1 В случае углеродистой стали режим струйного переноса обычно получают применением защитной газовой смеси на основе аргона, содержащей до 5% кислорода (AWS A5.32 класс SG-AO-X, где X = 1 – 5) или до 15% углекислого газа (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 5 – 15). Для такого защитного газа характерна однородная плазма дуги, по которой происходит перенос очень мелких капель в сварочную ванну со скоростью сотен капель в секунду.

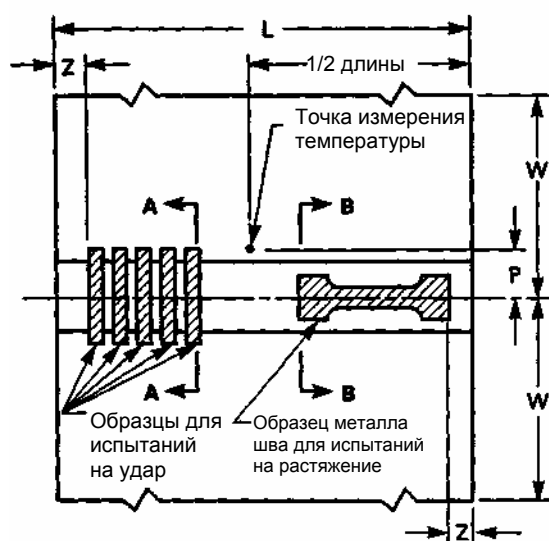
A6.2.2 Струйный перенос с применением в качестве защитного газа смеси аргона с кислородом (AWS A5.32 класс SG-AO-X) или аргона с углекислым газом (AWS A5.32 класс SG-AC-Y) в первую очередь зависит от плотности тока, полярности и разогрева электрода, связанного с его сопротивлением. Скорость переноса капель резко повышается (приблизительно до 250 капель в секунду) при переходе через критический уровень тока, обычно называемый переходным током (свое значение для каждого размера электрода). При силе тока ниже данного значения перенос металла происходит крупными каплями, диаметр которых обычно превышает диаметр электрода, со скоростью 10 – 20 капель в секунду (крупнокапельный перенос). Переходной ток в некоторой степени также зависит от химического состава электрода. Для электродов из углеродистой стали диаметром 1/16 дюйма [1,6 мм] переходной ток обычно составляет 270 А [постоянный ток при положительном электроде (DCEP)]. Для данного типа сварки применение переменного тока не рекомендуется, так как он не обеспечивает создания стабильной дуги.

A6.2.3 Пульсирующий струйный перенос. Пульсирующий струйный перенос металла аналогичен описанному выше струйному переносу, однако имеет место при более низкой средней силе тока. Более низкая средняя сила тока достигается при быстрой пульсации сварочного тока между верхним уровнем, при котором происходит быстрый перенос металла в струйном режиме, и нижним уровнем, при котором перенос отсутствует. При типовой скорости 60 – 120 импульсов в секунду расплавленная капля образуется под действием дуги с низкой силой тока, а затем «отжимается» импульсом с высокой силой тока. Этот режим позволяет выполнять сварку во всех позициях.

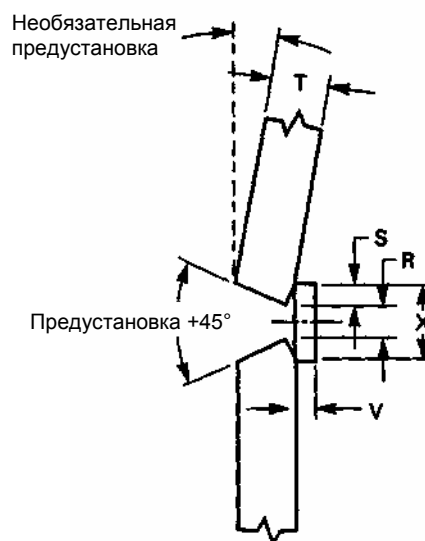
A6.3 Крупнокапельный перенос. Режим переноса, который характеризуется использованием в качестве защитного газа 100% CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C), является крупнокапельным. Обычно при крупнокапельном переносе используется низкое напряжение дуги, чтобы свести к минимуму разбрызгивание. При этом длина дуги сокращается, что обеспечивает глубокое погружение дуги и уменьшает разбрызгивание металла за пределы сварочной ванны. Для данного типа переноса обычно применяются электроды диаметром от 0,045 до 1/16 дюйма [1,2 мм – 1,6 мм] и используется сварочный ток, сила которого находится в пределах 275 – 400 А (постоянный ток при положительном электроде). Скорость переноса крупных капель колеблется в пределах от 20 до 70 капель в секунду и зависит от размера электрода, силы тока, полярности и напряжения дуги.

A6.4 Перенос коротким замыканием. Этот режим переноса получают при применении электродов малого диаметра (0,030 – 0,045 дюйма [0,8 – 1,2 мм]) и низких значениях напряжения и силы тока дуги, а также при использовании источников питания, специально предназначенных для переноса коротким замыканием. Электрод замыкается на металл шва обычно со скоростью 50 – 200 импульсов в секунду. При каждом коротком замыкании происходит перенос металла, но не через дугу. В качестве защитных газов при дуговой сварке металлическим электродом из углеродистой стали в режиме короткого замыкания обычно применяются смеси аргона и CO₂ (AWS

РИС. А2 НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК, ВЫПОЛНЕННЫЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДУГОВОЙ СВАРКИ ВОЛЬФРАМОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА (ГТАВ), ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ

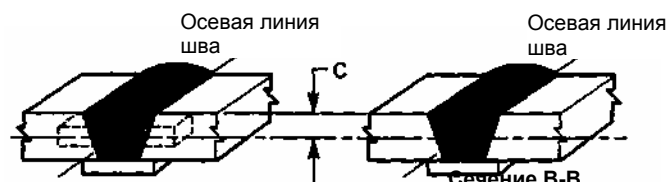


(А) Расположение образцов для испытаний на испытательной пластине

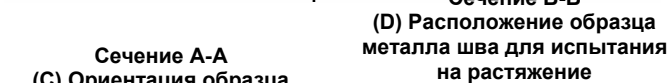


(В) Подготовка канавок на испытательной пластине

Размеры		
	дюйм	мм
C Центр образца	1/4	6,5
L Минимальная длина	10	250
P Точка измерения температуры	1	25
R Зазор между кройками	1/4	6,5
S Минимальное перекрытие подкладочной полосы	3/8	9
V Минимальная толщина подкладочной полосы	1/4	6,5
X Минимальная ширина подкладочной полосы	1	25
T Толщина	1/2	13
W Минимальная ширина	5	125
Z Минимальная обрезка	1	25



(С) Ориентация образца для испытаний на удар



(D) Расположение образца металла шва для испытания на растяжение

Условия испытаний сплошных прутков ^{1,2}				
Стандартный размер [примечание (2)]	3/32 дюйма	[2,4 мм]	1/8 дюйма	[3,2 мм]
Защитный газ [примечание (3)]	Аргон	Аргон	Аргон	Аргон
Номинальное напряжение дуги	13 - 16 V	13 - 16 В	16 - 19 V	16 - 19 V
Номинальный ток, DCEN (пост. ток, электрод отрицательный)	220 - 250 A	220 - 250 A	250 - 280 A	250 - 280 A
Температура предварительного нагрева	мин. 275°F	мин. [135°C]	мин. 275°F	мин. [135°C]
Температура между проходами	макс. 325°F	макс. [165°C]	макс. 325°F	макс. [165°C]
Скорость перемещения	4 - 6 дюйм/мин	[2,0 ± 0,4 мм/сек]	4 - 6 дюйм/мин	[2,0 ± 0,4 мм/сек]

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 6.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Перед сваркой узел можно предварительно установить, как показано на рисунке, чтобы полученный шов был достаточно плоским для облегчения отбора испытательных образцов. В качестве альтернативы может использоваться закрепление или комбинация закрепления и предустановки.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Условия испытаний для композиционных электродов, которые используются в качестве прутков, должны соответствовать рекомендациям производителя.
- При испытании электродов с размерами, отличающимися от указанных выше, номинальные значения силы тока и напряжения дуги можно при необходимости изменить.
- AWS A5.32 класс SG-A.

A5.32 класс SG-AC-Y) или только CO₂ (AWS A5.32 Class SG-C). В случае применения только CO₂ такие швы обладают большим проплавлением, чем в случае применения смеси CO₂ с аргоном. Смеси, содержащие 50 – 80% аргона и остальную часть CO₂ (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 20 – 50), могут обладать некоторыми преимуществами при сварке тонких материалов. Однако защитные смеси, содержащие от 50% до 70% и остальную часть CO₂ (AWS A5.32 Class класс SG-AC-Y, где Y = 30 – 50), в газобразном состоянии являются нестабильными и должны приготавливаться из составляющих газов непосредственно перед применением. Они обеспечивают низкое проплавление, более высокую скорость создания короткого замыкания и более низкие минимальные значения силы тока и напряжения по сравнению с чистым CO₂. При сварке тонких листов это может оказаться преимуществом.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов и прутков

A7.1 ER70S-2 [ER48S-2]. Электроды и прутки класса ER70S-2 [ER48S-2] в основном применяются для однопроходной сварки спокойных, полуспокойных и кипящих сталей, но могут применяться и для некоторых случаев многопроходной сварки. Благодаря добавкам раскислителей эти присадочные металлы можно использовать для сварки сталей с ржавой или загрязненной поверхностью, допуская некоторое снижение качества шва в зависимости от состояния поверхности. Присадочные металлы ER70S-2 [ER48S-2] широко применяются для выполнения высококачественных швов с высокой вязкостью дуговой сваркой вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW). Данные присадочные металлы также хорошо подходят для сварки односторонних швов со сквозным проплавлением без подачи защитного газа на обратную сторону соединения для защиты основания шва. Типовыми техническими условиями для таких сталей являются ASTM A 36, A 285-C, A 515-55 и A 516-70 с UNS-номерами K02600, K02801, K02001 и K02700 соответственно.

A7.2 ER70S-3 [ER48S-3]. Электроды и прутки класса ER70S-3 [ER48S-3] предназначены для однопроходной или многопроходной сварки. Зачастую для них применяются типовые основные металлы, относящиеся к классу ER70S-2 [ER48S-2]. Электроды класса ER70S-3 [ER48S-3] наиболее широко используются в качестве электродов для дуговой сварки металлургическим электродом в среде защитного газа (GMAW) из всех электродов, классифицируемых в данных TY.

A7.3 ER70S-4 [ER48S-4]. Электроды и прутки класса ER70S-4 [ER48S-4] предназначены для сварки стали в тех случаях, когда условия требуют большего раскисления, чем обеспечивает присадочный металл ER70S-3 [ER48S-3]. Зачастую для них применяются типовые основные металлы, относящиеся к классу ER70S-2 [ER48S-2]. Данный класс не требует проведения испытаний на удар.

A7.4 ER70S-6 [ER48S-6]. Электроды и прутки класса ER70S-6 [ER48S-6] предназначены как для однопроходной, так и многопроходной сварки. Они особенно подходят в тех случаях, когда требуется получить гладкие наплавленные валики, и для сварки конструкционных и листовых сталей с умеренным количеством ржавчины или окалины, образующейся при прокатке. Данный класс электродов допускает применение токов большей величины с использова-

нием в качестве защитного газа CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C), аргоново-кислородных смесей (AWS A5.32 класс SG-AO-X) или смесей аргона с углекислым газом (AWS A5.32 класс SG-AC-Y). Однако данный класс электродов требует более высокого уровня раскисления по сравнению с предыдущим классом при применении в качестве защитного газа смесей аргона, состоящих из двух или трех компонентов, в соответствии с техническими условиями AWS A5.32. Зачастую для них применяются типовые основные металлы, относящиеся к классу ER70S-2 [ER48S-2].

A7.5 ER70S-7 [ER48S-7]. Электроды и прутки класса ER70S-7 [ER48S-7] предназначены для однопроходной и многопроходной сварки. Они позволяют выполнять сварку с более высокими скоростями перемещения, чем присадочные металлы ER70S-3. Они также обеспечивают лучшее смачивание и лучший внешний вид валиков по сравнению с этими присадочными металлами. Данный класс электродов допускает применение токов большей величины с использованием в качестве защитного газа CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C), аргоново-кислородных смесей (AWS A5.32 класс SG-AO-X) или смесей аргона с углекислым газом (AWS A5.32 класс SG-AC-Y). Однако данный класс электродов требует более высокого уровня раскисления (большего содержания CO₂ или O₂) по сравнению с предыдущим классом при применении в качестве защитного газа смесей аргона, состоящих из двух или трех компонентов, в соответствии с техническими условиями AWS A5.32. Зачастую для них применяются типовые основные металлы, относящиеся к классу ER70S-2 [ER48S-2].

A7.6 ER70S-G [ER48S-G] и E70C-G [E48C-G]. Электроды и прутки класса ER70S-G [ER48S-G] и электроды класса E70C-G [E48C-G] представляют собой присадочные металлы, которые не включены в предыдущие классы и для которых установлены только некоторые требования к механическим свойствам. Для классификации электродов E70C-G [E48C-G] может использоваться CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C) или 75-80% Ar, сбалансированный CO₂ (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 20 – 25), на что указывает буква «C» или «M» в обозначении. Отсутствие этих букв в обозначении означает, что для испытаний использовался защитный газ, не входящий в вышеуказанные классы AWS, и относительно рекомендуемого к применению защитного газа следует проконсультироваться у поставщика. Данные электроды предназначены как для однопроходной, так и для многопроходной сварки. Относительно химического состава, свойств и предполагаемого применения материалов данных классов следует проконсультироваться у поставщика (дополнительную информацию можно найти в п. A2.3).

A7.7 E70C-GS [E48C-GS]. Электроды класса E70C-GS [E48C-GS] представляют собой композиционные электроды, свитые или с металлической сердцевиной, предназначенные только для однопроходной сварки. Для классификации данных электродов может использоваться CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C) или 75-80% Ar, сбалансированный CO₂ (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 20 – 25), на что указывает буква «C» или «M» в обозначении. Отсутствие этих букв в обозначении означает, что для испытаний использовался защитный газ, не входящий в вышеуказанные классы AWS, и относительно рекомендуемого к применению защитного газа следует

проконсультироваться у поставщика. Относительно свойств и предполагаемого применения материалов данных классов следует проконсультироваться у поставщика присадочных металлов. Данные электроды могут иметь повышенное содержание легирующих элементов, что способствует их применению для однопроходной сварки (например, повышая допуск на прокатную окалину и т.п.), но может препятствовать их применению для многопроходной сварки из-за усиленного восстановления легирующих элементов.

A7.8 E70C-3 [E48C-3] и E70C-6 [E48C-6]. Электроды классов E70C-3 [E48C-3] и E70C-6 [E48C-6] представляют собой композиционные электроды, свитые и с металлической сердцевинкой, предназначенные для однопроходной и многопроходной сварки. Они характеризуются струйным переносом в дуге и прекрасными свойствами оплавления поверхности валиков. Для классификации данных электродов может использоваться CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C) или 75-80% Ar, сбалансированный CO₂ (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 20 – 25), на что указывает буква «C» или «M» в обозначении. Класс E70C-3 [E48C-3] требует испытания на удар при 0°F [-20°C], а класс E70C-6 [E48C-6] – при -20°F [-30°C].

A8. Специальные испытания

A8.1 Для определения пригодности материалов в некоторых случаях могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные испытания для определения таких свойств как твердость, коррозионная устойчивость, а также механических свойств при более высоких или более низких рабочих температурах. Положения о заказе таких испытаний устанавливаются стандартом AWS A5.01. Данный раздел приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания. Эти испытания могут проводиться по соглашению между поставщиком и покупателем.

A8.2 Диффузионный водород

A8.2.1 При сварке нелегированных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,3% или менее, а также менее прочных легированных сталей, растрескивания металла шва или зоны термического воздействия под действием водорода обычно не происходит. Тем не менее, электроды данного класса иногда используются для сварки углеродистых сталей с более высоким содержанием водорода или низколегированных высокопрочных сталей, при котором растрескивание под действием водорода может представлять собой серьезную проблему.

A8.2.2 Для сварки сталей с низким содержанием водорода обычно применяется дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW) и дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW). Тем не менее, по мере увеличения прочности или твердости металла шва или зоны термического воздействия снижается концентрация диффузионного водорода, вызывающего растрескивание при определенных условиях снижения нагрузки и уменьшения погонной энергии. При использовании этих процессов может потребоваться оценка выделяющегося при сварке диффузионного водорода. Обычно это растрескивание (или его следы) проявляется через несколько часов после охлаждения. Оно может проявляться в виде поперечных трещин в шве, продольных трещин (особенно в корневых валиках) и внешних трещин по

границе шва или трещин под валиком в зоне термического воздействия.

A8.2.3 Поскольку фактический уровень диффузионного водорода сильно влияет на тенденцию образования трещин под его воздействием, может оказаться желательным измерить содержание диффузионного водорода, связанное с конкретным электродом. Соответственно, в настоящие технические условия включены необязательные дополнительные обозначения содержания диффузионного водорода для указания максимального среднего значения, полученного при строго определенных условиях испытания согласно стандарту AWS A4.3.

Электроды, маркированные как соответствующие более низкому или самому низкому предельному содержанию водорода, как указано в таблице 7, рассматриваются также как соответствующие более высоким предельным значениям, даже если это не указано в классификационном обозначении электрода. Таким образом, например, электрод с обозначением «H4» отвечает также требованиям «H8» и «H16», хотя и не имеет такого обозначения.

A8.2.4 При пользовании этой информацией следует помнить, что фактические производственные условия могут обусловить значения содержания диффузионного водорода, отличные от указанных в обозначении.

A8.2.5 Использование при сварке эталонных атмосферных условий необходимо из-за того, что дуга никогда не имеет идеальной защиты. Влага из воздуха, помимо содержащейся в электроде или газе, может попасть в зону дуги и затем в сварочную ванну, увеличивая общее обнаруженное содержание диффузионного водорода. Это влияние можно свести к минимуму, поддерживая подходящую скорость подачи газа и как можно более короткую длину дуги при сохранении ее стабильности.

Иногда некоторое количество воздуха будет смешиваться с газом и добавлять свою влажность к другим источникам диффузионного водорода. Существует вероятность, что этот дополнительный диффузионный водород оказывает значительное влияние на результат испытаний по определению содержания диффузионного водорода. По этой причине имеет смысл установить эталонные атмосферные условия. Эталонными являются атмосферные условия с содержанием влаги 10 гран на фунт [1,43 г на кг] сухого воздуха, что соответствует относительной влажности 10% при температуре 70°F [18°C] и атмосферном давлении 29,92 дюйма рт. ст. [760 мм]. Фактические условия, измеренные с помощью калиброванного психрометра, равные или превышающие эти эталонные условия, обеспечивают гарантию того, что условия сварки не снизят окончательные результаты испытаний.

A8.3 Старение образцов для испытаний на растяжение и изгиб. После выполнения шва, наплавленный металл может в течение некоторого времени содержать значительное количество водорода. Большая часть этого водорода постепенно улетучивается со временем. Этот процесс может продолжаться от нескольких недель при комнатной температуре до нескольких часов при повышенной температуре. В результате изменения уровня водорода пластичность металла шва увеличивается до характерного для этого металла значения, в то время как предел текучести, предел прочности на растяжение и ударная вязкость практически не изменяются. Настоящие технические условия допускают старение

**ТАБЛИЦА А1
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССЫ ЭЛЕКТРОДОВ**

Отмененные классы	Последняя публикация	Отмененные классы	Последняя публикация
E-60S-1	1965	E70S-1	1969
E-60S-2	1965	E70S-1B ^b	1969
E-60S-3	1965	E70S-2 ^c	1969
E-70T-1 ^a	1965	E70S-3 ^c	1969
E-70T-2 ^a	1965	E70S-4 ^c	1969
E-70T-3 ^a	1965	E70S-5	1969
E-70T-4 ^a	1965	E70S-6 ^c	1969
E-70T-5 ^a	1965	E70S-G ^c	1969
E-70T-G ^a	1965	E70U-1	1969
		ER70S-5	1993

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Эти классы электродов с флюсовой сердцевинкой отнесены к техническим условиям AWS A5.20-69 и включены в последующие редакции этих технических условий.
- b. Этот класс электродов был отнесен к новым техническим условиям AWS A5.28 под обозначением ER80S-D2.
- c. Эти классы электродов были переклассифицированы как ER70S-X и остаются в таком виде в текущем издании данных технических условий.

образцов для испытаний на растяжение и изгиб (только выполненных с применением композиционных электродов) при повышенной температуре в течение не более 48 часов перед проведением испытаний. Целью такой обработки является ускорение удаления водорода из испытательного образца для сведения к минимуму несоответствий в ходе испытаний. Операция старения иногда используется для наплавов, выполненных электродами с низким содержанием водорода, особенно при испытаниях высокопрочных наплавов. Необходимо иметь в виду, что при проведении операции старения может потребоваться выдержка испытательных образцов при комнатной температуре в течение нескольких дней или выдержка при высоких температурах в течение более короткого времени. В связи с этим пользователям настоятельно рекомендуется использовать адекватную температуру предварительного нагрева и температуру между проходами, чтобы избежать вредного влияния водорода в промышленных сварных швах.

A9. Отмененные классы

Некоторые классы присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. В течение срока действия настоящих технических условий были отменены классы, перечисленные в таблице А1 (по годам их последнего включения в настоящие технические условия).

A10. Общая информация по технике безопасности

A10.1 Вопросы безопасности и охраны здоровья выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Информация о безопасности и охране здоровья содержится в секции А5 и частично приведена ниже. Аналогичные сведения можно почерпнуть из других источников, в том числе ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*⁹, а также из соответствующих федеральных норм и законодательства отдельных штатов.

A10.2 Таблицы данных по безопасности и здоровью.

Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные ниже, изданы AWS. Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. таблицы данных по безопасности и здоровью периодически изменяются и к ним добавляются новые данные.

A10.2 Указатель по таблицам данных по безопасности и здоровью (SHF)¹⁰

№	Заголовок
1.	Пары и газы
2.	Радиация
3.	Шум
4.	Сварочные пары хрома и никеля
5.	Угроза электрического шока
6.	Предотвращение пожаров и взрывов
7.	Защита от ожогов
8.	Защита от механических повреждений
9.	Предотвращение падений
10.	Падающие объекты
11.	Ограниченное пространство
12.	Ношение контактных линз
13.	Эргономичность сварочного оборудования
14.	Графические символы на предупредительных знаках
15.	Руководство по оформлению документов по здоровью и безопасности
16.	Регуляторы скорости и сварка
17.	Электрические и магнитные поля
18.	Отключение питания и вывешивание предупреждающих ярлыков
19.	Лазерная сварка и безопасность при резке
20.	Безопасность при термическом напылении
21.	Точечная контактная сварка
22.	Выход кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23.	Калифорнийское предложение 65
24.	Флюсы для дуговой сварки и пайки: безопасное обращение и использование
25.	Отравление парами металла и газами
27.	Электроды из торированного вольфрама
29.	Заземление переносных и смонтированных на базовой машине генераторов сварки

⁹ Стандарты ANSI можно получить в Американском национальном институте стандартов, по адресу: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036

¹⁰ Документы AWS издаются Американским обществом специалистов по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126

ЭЛЕКТРОДЫ С ФЛЮСОВОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.20/SFA-5.20M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.20/A5.20M:2005. В спорных случаях используется исходный вариант.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов с флюсовой сердцевинкой из углеродистой стали для дуговой сварки как с использованием защитного газа, так и без него. (Электроды из углеродистой стали с металлической сердцевинкой классифицируются в соответствии с AWS A5.18/A5.18M.)⁴

1.2 Вопросы безопасности и охраны здоровья не входят в область описания данного стандарта и, соответственно, раскрываются здесь не в полной мере. Некоторые сведения относительно безопасности и охраны здоровья можно найти в необязательном Приложении, секции A5 и A9. Информацию по вопросам безопасности и охраны здоровья можно получить из других источников, например (но не исключительно) из ANSI Z49.1⁵, а также из соответствующих федеральных и местных законов.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Размеры, приведенные в тех и других единицах, не являются равными с абсолютной точностью; поэтому каждую систему следует использовать независимо от другой и избегать любого их комбинирования при описании свойств металла шва. Технические условия с обозначением A5.20 используют единицы США. Технические условия с обозначением A5.20M используют единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и рисунков. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера электродов или деталей как по техническим условиям A5.20, так и по A5.20M.

2. Ссылки на нормативные документы

Указанные ниже стандарты содержат требования, которые с помощью соответствующих ссылок входят в

состав требований данного стандарта AWS. В случае ссылок на датированные источники не следует автоматически применять последующие дополнения и изменения данных публикаций. Тем не менее, при заключении какого-либо соглашения на основе данного стандарта AWS заинтересованным сторонам рекомендуется изучить возможность применения самых последних изданий указанных документов. В случае ссылок на недатированные источники, следует применять последнее издание указанного документа.

2.1 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующие стандарты AWS:

(a) AWS A4.3, *Стандартные методы определения содержания диффузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва, выполненного с помощью дуговой сварки;*

(b) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке;*

(c) AWS A5.32/A5.32M, *Защитные газы, применяемые при сварке. Технические условия;*

(d) AWS B4.0 или B4.0M, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.*

2.2 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующий стандарт ANSI:

(a) ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов.*

2.3 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующие стандарты ASTM⁶:

(a) ASTM A 36/A 36M *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия;*

(b) ASTM A 285/A 285M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности на растяжение. Технические условия;*

(c) ASTM A 515/A 515M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях средних и высоких температур. Технические условия;*

¹Стандарты AWS можно приобрести в отделе Международных проектных документов группы Распространения информации, по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

²Стандарты ANSI можно приобрести в Американском национальном институте стандартов, по адресу: American National Standards Institute, 25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036, а также в отделе Международных проектных документов группы Распространения информации по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

³Стандарты ASTM можно приобрести в Американском обществе испытаний и материалов, по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ТАБЛИЦА 1U
SFA-5.20 ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Классификация AWS	Прочность на растяжение, тыс. фунтов / кв. дюйм	Минимальный предел текучести ^a , тыс. фунтов / кв. дюйм	Минимальное удлинение ^b , %	Минимальная ударная вязкость по Шарпи для образца с V-образным надрезом
E7XT-1C, 1M	70-95	58	22	20 фут•(фунт-сила) при 0°F
E7XT-2C ^c , -2M ^c	70 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E7XT-3 ^c	70 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E7XT-4	70-95	58	22	Не оговорено
E7XT-5C, -5M	70-95	58	22	20 фут•(фунт-сила) при -20°F
E7XT-6	70-95	58	22	20 фут•(фунт-сила) при -20°F
E7XT-7	70-95	58	22	Не оговорено
E7XT-8	70-95	58	22	20 фут•(фунт-сила) при -20°F
E7XT-9C, -9M	70-95	58	22	20 фут•(фунт-сила) при -20°F
E7XT-10 ^c	70 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E7XT-11	70-95	58	20 ^d	Не оговорено
E7XT-12C, -12M	70-90	58	22	20 фут•(фунт-сила) при -20°F
E6XT-13 ^c	60 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E7XT-13 ^c	70 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E7XT-14 ^c	70 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E6XT-G	60-80	48	22	Не оговорено
E7XT-G	70-95	58	22	Не оговорено
E6XT-GS ^c	60 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E7XT-GS ^c	70 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Предел текучести при смещении 0,2%.
- b. При расчетной длине 2 дюйма в случае использования образца для испытания на растяжение с номинальным диаметром 0,500 дюйма и номинальным соотношением расчетной длины к диаметру 4:1 (как указано в разделе «Испытания на растяжение» AWS B4.0).
- c. Данные классы предназначены для сварки в один проход. Для множественных проходов не применяются. Указана только прочность на растяжение, и поэтому требуются шпангоуты только для поперечного растяжения и продольные оправки (см. таблицу 3).
- d. При расчетной длине 1 дюйм в случае использования образца для испытания на растяжение с номинальным диаметром 0,250 дюйма, что допускается для класса E7XT-11 для размеров 0,045 дюйма и менее.

(d) ASTM A 516/A 516M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях умеренных и низких температур. Технические условия;*

(e) ASTM A 830/A 830M, *Сталь толстолистовая углеродистая конструкционного качества, с выполнением требований к химическому составу. Технические условия;*

(f) ASTM DS-56 (или SAE HS-1086), *Металлы и сплавы в объединенной системе нумерации;*

(g) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям;*

(h) ASTM E 350, *Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа;*

(i) ASTM E 1032, *Стандартный метод радиографического испытания сварных узлов.*

2.4 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующий стандарт ISO⁴ :

(a) ISO 554, *Материалы, расходуемые для сварки. Технические условия поставки присадочных материалов. Вид продукции, размеры, допуск и маркировки.*

2.5 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующий документ FEMA (Федеральное агентство по управлению в чрезвычайных ситуациях)⁵ :

(a) FEMA 453, *Рекомендуемые технические условия и руководство по обеспечению качества каркасных стальных конструкций, используемых в сейсмически опасных зонах.*

3. Классификация

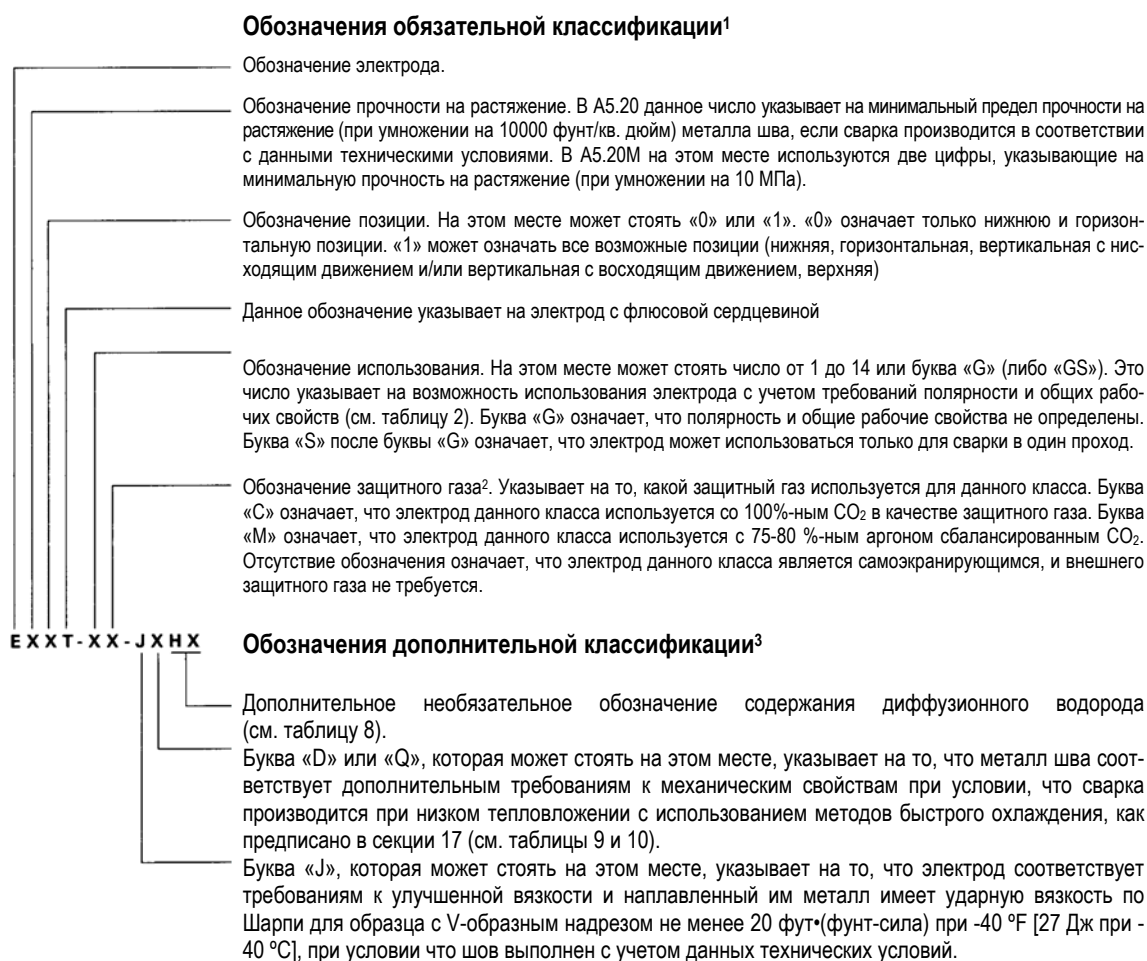
3.1 При классификации электродов с флюсовой сердцевинной, на которые распространяется действие технических условий A5.20, используется система классификации на основе принятых в США единиц измерения; классификация производится в соответствии с механическими свойствами металла шва, приведенными в таблице 1U и на рисунке 1.

3.1M При классификации электродов с флюсовой сердцевинной, на которые распространяется действие технических условий A5.20, используется система класс-

⁴ Стандарты ISO можно приобрести в Американском национальном институте стандартов по адресу: American National Standards Institute (ANSI), 25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036

⁵ Документы FEMA можно приобрести по адресу: FEMA Publications, P.O.Box 2012, Jessup, MD 20794

РИСУНОК 1. СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ A5.20/A5.20M



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Комбинация приведенных обозначений указывает на классификационную принадлежность электрода с флюсовой сердцевинкой.
2. См. AWS A.532/A.532M.
3. Данные обозначения являются необязательными и не указывают на классификационную принадлежность электрода с флюсовой сердцевинкой.

ТАБЛИЦА 1М
А-5.20М ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Классификация AWS	Прочность на растяжение, МПа	Минимальный предел текучести ^а , МПа	Минимальное удлинение ^б , %	Минимальная ударная вязкость по Шарпи для образца с V-образным надрезом
E49XT-1, -1M ^с	490-670	390	22	27 Дж при -20°C
E49XT-2, -2M ^с	490 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E49XT-3 ^е	490 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E49XT-4	490-670	390	22	Не оговорено
E49XT-5, -5M ^с	490-670	390	22	27 Дж при -30°C
E49XT-6 ^с	490-670	390	22	27 Дж при -30°C
E49XT-49	490-670	390	22	Не оговорено
E49XT-8 ^с	490-670	390	22	27 Дж при -30°C
E49XT-9, -9M ^с	490-670	390	22	27 Дж при -30°C
E49XT-10 ^с	490 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E49XT-11	490-670	390	20 ^д	Не оговорено
E49XT-12, -12M ^с	490-620	390	22	27 Дж при -30°C
E43XT-13 ^с	430 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E49XT-13 ^с	490 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E49XT-14 ^с	490 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E43XT-G	430-600	330	22	Не оговорено
E49XT-G	490-670	390	22	Не оговорено
E43XT-GS ^с	430 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено
E49XT-GS ^с	490 мин.	Не оговорено	Не оговорено	Не оговорено

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Предел текучести при смещении 0,2%.
- При расчетной длине 50 мм в случае использования образца для испытания на растяжение с номинальным диаметром 12,5 мм и номинальным соотношением расчетной длины к диаметру 4:1 (как указано в разделе «Испытания на растяжение» AWS B4.0M).
- Данные классы предназначены для сварки в один проход. Для множественных проходов не применяются. Указана прочность только на растяжение, и поэтому требуются шпангоуты только для поперечного растяжения и продольные оправки (см. таблицу 3).
- При расчетной длине 25 мм в случае использования образца для испытания на растяжение с номинальным диаметром 6,5 мм, что допускается для класса E49XT-11 для размеров 1,2 мм и менее.

сификации на основе Международной системы единиц (СИ); классификация производится в соответствии с механическими свойствами металла шва, приведенными в таблице 1U и на рисунке 1.

3.1.1 Электроды с флюсовой сердцевинкой, предназначенные для сварки многократным проходом, классифицируются по следующим параметрам:

(a) Механические свойства металла шва непосредственно после сварки с применением определенного защитного газа или без него, в соответствии с таблицей 1U [таблицей 1M].

(b) Позиция при сварке, для которой пригодны электроды, в соответствии с таблицей 2 и рис. 1.

(c) Определенные свойства эксплуатационной пригодности электрода (включая наличие или отсутствие защитного газа) в соответствии с таблицей 2 и рис. 1.

3.1.2 Электроды с флюсовой сердцевинкой, предназначенные для сварки однократным проходом, классифицируются в состоянии непосредственно после сварки по следующим параметрам:

(a) Свойства при растяжении металла шва после сварки с применением определенного защитного газа или без него, в соответствии с таблицей 1U (Таблицей 1M).

(b) Позиция при сварке, для которой пригодны электроды, в соответствии с таблицей 2 и рис. 1.

(c) Определенные свойства эксплуатационной пригодности электрода (включая наличие или отсутствие защитного газа) в соответствии с таблицей 2 и рис. 1.

3.2 Отнесенные к одному классу электроды не должны классифицироваться под другим обозначением в настоящих технических условиях. Исключениями являются (1) электрод, классифицированный по защитному газу 100% CO₂ (AWS A5.32/A5.32M Класс SG-C) (обозначение «C») и одновременно по смеси 75-80% аргон / баланс CO₂ (AWS A5.32 / A5.32M Класс SG-AC-25 или SG-AC-20) (обозначение «M»); и (2) электрод E7XT-1C, -1M [E49XT-1C, -1M] может также классифицироваться как E7XT-9C, -9M [E49XT-9C, -9M] или E7XT-12C, -12M [E49XT-12C, -12M] при условии, что электрод соответствует всем требованиям каждой из классификаций.

Электроды можно классифицировать согласно А5.20 на основе системы единиц измерения США или согласно А5.20М на основе международной системы единиц (СИ), либо на основе обеих систем одновременно. Электроды, отнесенные по какой-либо из этих систем должны удовлетворять всем требованиям этой системы. Система классификации показана на рис. 1.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭЛЕКТРОДОВ

Обозначение применения	Классификация AWS		Позиция при сварке ^{a,b}	Внешняя подача защитного газа ^c	Полярность ^d	Применение ^e
	A5.20	A5.20M				
1	E70T-1	E490T-1C	Н и F	CO ₂	DCEP	M
	E70T-1M	E490T-1M	Н и F	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	M
	E71T-1	E491T-1C	Н, F, VU, OH	CO ₂	DCEP	M
	E71T-1M	E491T-1M	Н, F, VU, OH	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	M
2	E70T-2C	E490T-2C	Н и F	CO ₂	DCEP	S
	E70T-2M	E490T-2M	Н и F	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	S
	E71T-2C	E491T-2C	Н, F, VU, OH	CO ₂	DCEP	S
	E71T-2M	E491T-2M	Н, F, VU, OH	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	S
3	E70T-3	E490T-3	Н и F	Нет	DCEP	S
4	E70T-4	E490T-4	Н и F	Нет	DCEP	M
5	E70T-5C	E490T-5C	Н и F	CO ₂	DCEP	M
	E70T-5M	E490T-5M	Н и F	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	M
	E71T-5C	E491T-5C	Н, F, VU, OH	CO ₂	DCEP или DCEN ^f	M
	E71T-5M	E491T-5M	Н, F, VU, OH	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP или DCEN ^f	M
6	E70T-6	E490T-6	Н и F	Нет	DCEP	M
7	E70T-7	E490T-7	Н и F	Нет	DCEN	M
	E71T-7	E491T-7	Н, F, VU, OH	Нет	DCEN	M
8	E70T-8	E490T-8	Н и F	Нет	DCEN	M
	E71T-8	E491T-8	Н, F, VU, OH	Нет	DCEN	M
9	E70T-9C	E490T-9C	Н и F	CO ₂	DCEP	M
	E70T-9M	E490T-9M	Н и F	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	M
	E71T-9C	E491T-9C	Н, F, VU, OH	CO ₂	DCEP	M
	E71T-9M	E491T-9M	Н, F, VU, OH	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	M
10	E70T-10	E490T-10	Н и F	Нет	DCEN	S
11	E70T-11	E490T-11	Н и F	Нет	DCEN	M
	E71T-11	E491T-11	Н, F, VD, OH	Нет	DCEN	M
12	E70T-12C	E490T-12C	Н и F	CO ₂	DCEP	M
	E70T-12M	E490T-12M	Н и F	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	M
	E71T-12C	E491T-12C	Н, F, VU, OH	CO ₂	DCEP	M
	E71T-12M	E491T-12M	Н, F, VU, OH	75-80% Ar/бал. CO ₂	DCEP	M
13	E61T-13	E431T-13				
	E71T-13	E491T-13	Н, F, VD, OH	Нет	DCEN	S
14	E71T-14	E491T-14	Н, F, VD, OH	Нет	DCEN	S
G	E60T-G	E430T-G				
	E70T-G	E490T-G	Н и F	Не оговорено	Не оговорено	M
	E61T-G	E431T-G				
	E71T-G	E491T-G	Н, F, VD или VU, OH	Не оговорено	Не оговорено	M
G	E60T-GS	E430T-GS	Н и F	Не оговорено	Не оговорено	S
	E70T-GS	E490T-GS				
G	E61T-GS	E431T-GS				
	E71T-GS	E491T-GS	Н, F, VD или VU, OH	Не оговорено	Не оговорено	S

ТАБЛИЦА 2 (продолжение). ТРЕБОВАНИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭЛЕКТРОДОВ

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Н = горизонтальная позиция; F = нижняя позиция; OH = верхняя позиция (потолок); VD = вертикальная позиция с нисходящим движением; VU = вертикальная позиция с восходящим движением.
- b. Для сварки в случайной позиции, т.е. в любой позиции, кроме нижней или горизонтальной, обычно применяются электроды диаметром менее 3/32 дюйма [2,4 мм] или ближайшего к нему диаметра, установленного для сварки швов с разделкой кромок в п. 8.4.1. По этой причине, электроды, отвечающие требованиям к швам с разделкой кромок или угловым швам, могут быть отнесены к классу EX1T-X или EX1T-XM (X соответствует обозначениям предела прочности на растяжение и эксплуатационной пригодности) вне зависимости от их диаметра. Дополнительную информацию можно найти в секции A7 и на рис. A1 в Приложении.
- c. Свойства металла, наплавленного с помощью электродов, которые используются с применением защитного газа. Электроды, для которых используется указанный защитный газ, не должны применяться с другими защитными газами, если на это не получено разрешение производителя электродов.
- d. DCEP - постоянный ток с электродом положительной полярности.
DCEN - постоянный ток с электродом отрицательной полярности.
- e. M = однопроводная или многопроводная сварка; S = только однопроводная сварка (дополнительную информацию см. в секции A7 в Приложении).
- f. Для улучшения качества сварки в случайном положении некоторые электроды EX1T-5 и EX1T-5M можно рекомендовать для использования в схеме DCEN. Рекомендуемую полярность следует уточнить у производителя.

3.3 Электроды, классифицированные в соответствии с настоящими техническими условиями, предназначены для дуговой сварки с флюсом с применением или без применения защитного газа. Электроды, предназначенные для использования без внешнего защитного газа, либо с защитным газом, указанным в таблице 2, не запрещено использовать с любым другим рабочим или защитным газом, если они для этого пригодны.

4. Приемка

Приемка⁶ сварочных электродов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.⁷

6. Правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунт/кв. дюйм по A5.20 [или до ближайших 10 МПа по A5.20M], а другие значения – с точностью до ближайшей единицы в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E29.

7. Обзор испытаний

7.1 Требуемые для каждого класса испытания приведены в таблице 3. Целью этих испытаний является определение химического состава, механических свойств и наличия дефектов металла шва, и

тем самым качества работы электрода. Основной металл испытательного узла, процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в секциях 9-15.

7.2 В данном документе приведены четыре вида вспомогательных испытаний, не обязательных для основной классификации, для присвоения необязательных вспомогательных обозначений, принимаемых по договоренности между покупателем и поставщиком.

7.2.1 Вспомогательное испытание на диффузионный водород описано в секции 16, в нем используются обозначения H16, H8 и H4.

7.2.2 Необязательное вспомогательное обозначение «J» можно использовать для указания на то, что электрод соответствует требованиям к улучшенной вязкости прочности, и наплавленный с его помощью металл имеет ударную вязкость по Шарпи для образца с V-образным надрезом не менее 20 фут•(фунт-сила) при -40 °F [27 Дж при -40 °C], при условии что сварка выполняется с учетом данных технических условий.

7.2.3 Дополнительное необязательное обозначение «D» или «Q» может использоваться для указания соответствия радиографическим требованиям данных технических условий и требованиям к механическим свойствам металла шва, указанным в таблице 10, если металл наплавляется (1) при низком тепловложении с использованием методов быстрого охлаждения, и (2) при высоком тепловложении с использованием процедуры медленного охлаждения, как описано в секции 17 и таблице 9. Обозначение «D» указывает на те электроды с флюсовой сердцевинкой E7XT-X, -XC или -XM, которые соответствуют требованиям к механическим свойствам FEMA 353 в тех случаях, когда сварка производится методами, описанными в FEMA 353. Обозначение «Q» указывает на те электроды с флюсовой сердцевинкой E7XT-X, -XC или -XM, которые соответствуют дополнительным ожидаемым требованиям Военно-морского флота США.

8. Повторное испытание

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты

⁶ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3, "Приемка" (в Приложении), и в AWS A5.01.

⁷ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4, "Сертификация" (в Приложении).

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ ^a

Классификация AWS	Химический анализ	Радиографическое испытание	Испытание на растяжение	Испытание на удар	Испытание на изгиб	Испытание угловых швов ^b
EXXT-1C, -1M	R	R	R	R	NR	R
EXXT-4	R	R	R	NR	NR	R
EXXT-5C, -5M	R	R	R	R	NR	R
EXXT-6	R	R	R	R	NR	R
EXXT-7	R	R	R	NR	NR	R
EXXT-8	R	R	R	R	NR	R
EXXT-9C, -9M	R	R	R	R	NR	R
EXXT-11	R	R	R	NR	NR	R
EXXT-12C, -12M	R	R	R	R	NR	R
EXXT-G	R	R	R	NR	NR	R
EXXT-2C ^d , -2M ^d	NR	NR	R ^c	NR	R	R
EXXT-3 ^d	NR	NR	R ^c	NR	R	NR
EXXT-10 ^d	NR	NR	R ^c	NR	R	NR
EX1T-13 ^d	NR	NR	R ^c	NR	R	R
EX1T-14 ^d	NR	NR	R ^c	NR	R	R
EX1T-GS ^d	NR	NR	R ^c	NR	R	R

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Буква «R» означает, что испытание требуется. Обозначение «NR» означает, что для данного класса испытание не требуется.
- Для испытания угловых сварных швов испытания электродов направленного вниз класса (EXOT-XX) должно проводиться в горизонтальной позиции. Электроды класса, предназначенного для любых позиций (EX1T-XX), должны испытываться в вертикальной и верхней позициях (см. 9.4.3).
- Испытания на растяжение образца с поперечным швом. Все остальные требуют проведения испытания на растяжение образцов металла шва.
- Предназначены для однопроходной сварки

обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Материалы и образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального испытательного узла или детали, либо из одного или разных новых узлов или деталей. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла или испытательных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется

9. Испытательные узлы

9.1 Требуется один или несколько испытательных сварных узлов в зависимости от класса электрода и методики проведения испытаний:

(a) Наплавка, показанный на рис. 2, – для химического анализа металла шва.

(b) Для электродов, предназначенных для многопроходной сварки, требуется узел, показанный на

рис. 3, для испытания механических свойств и прочности металла шва.

(c) Для электродов, предназначенных для однопроходной сварки, требуется узел, показанный на рис. 4, для испытания механических свойств.

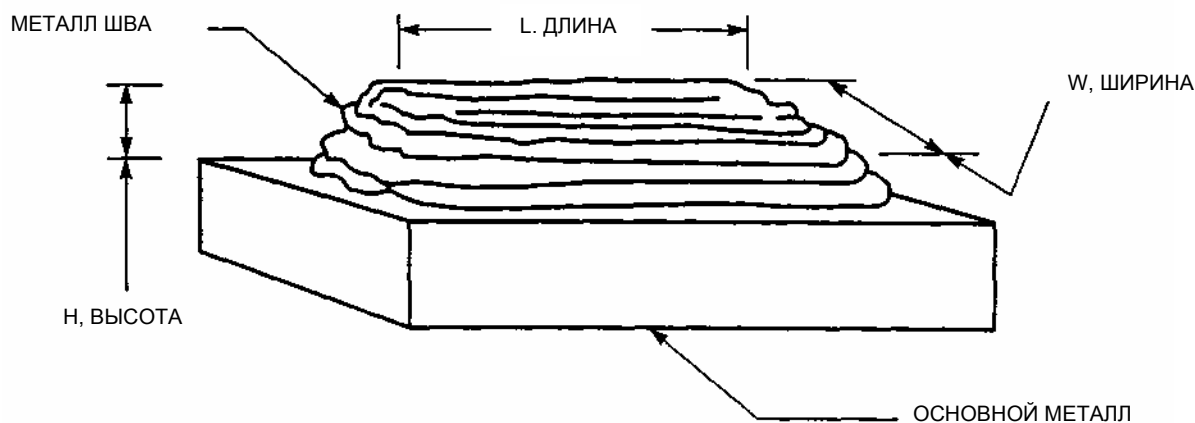
(d) Угловой шов, показанный на рис. 5 – для определения эксплуатационной пригодности электрода.

Образец для химического анализа можно отбирать в суженном сечении разрушенного при испытаниях на растяжение образца или с соответствующего участка шва с разделкой кромок (или любого участка выше него), показанного на рис. 3, для избежание необходимости изготовления наплавки. В случае возникновения споров арбитражным методом считается метод наплавки.

9.2 Подготовка каждого испытательного узла производится согласно пп. 9.3 и 9.4. Основной металл каждого узла должен отвечать требованиям таблицы 4 и технических условий ASTM, указанных в данной таблице, или эквивалентных технических условий. Испытание узлов должно производиться согласно секциям 10 - 15.

9.3 Наплавка. Наплавка подготавливается в соответствии с рис. 2, кроме случаев, когда используется один из вариантов описанных в п. 9.1 (образец для анализа отбирается из образца, разрушенного при испытаниях на растяжение, или из соответствующего участка – либо любого другого, расположенного выше – шва с разделкой кромок, рис. 3). В качестве основы для наплавки необходимо использовать основной металл любого подходящего размера, удовлетворяющий минимальным требованиям, установленным на рис. 1, и принадлежащий к типу, указанному в таблице 4. Поверхность основного металла, на который наносится сварочный металл, должна быть чистой. Наплавление должно выполняться в нижней позиции в несколько слоев до получения неразбавленного сварочного металла (толщиной не менее

РИС. 2. НАПЛАВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

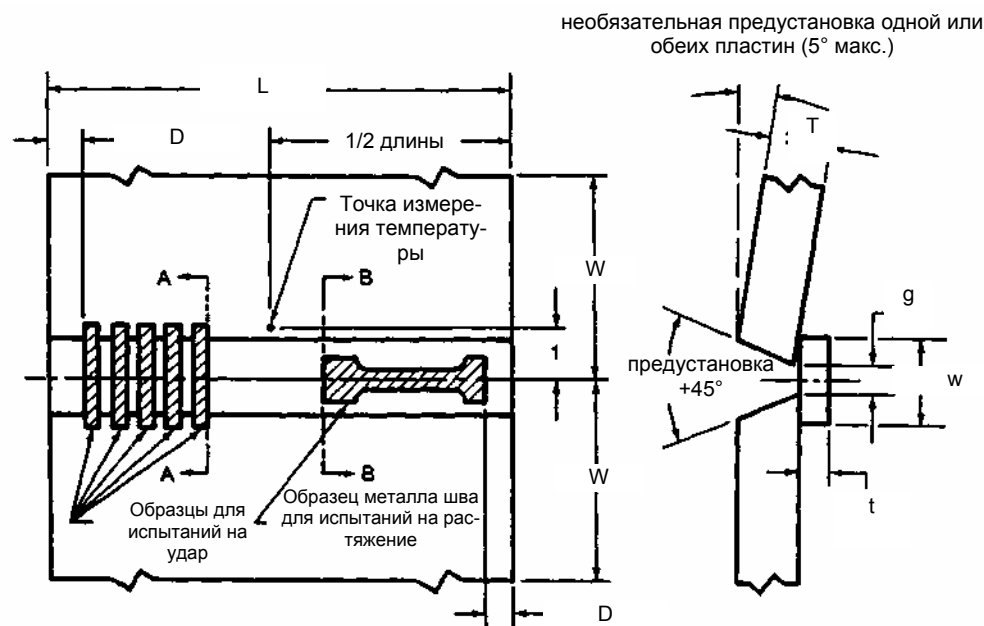


Минимальный размер наплавки					
Длина, L		Ширина, W		Высота, H	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
1-1/2	38	1/2	12	1/2	12

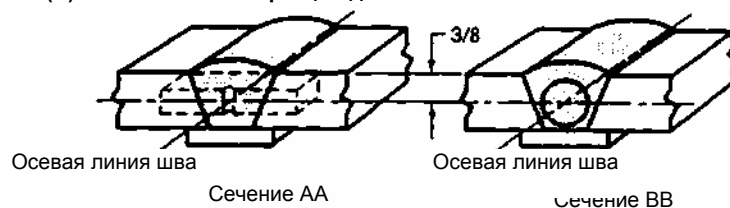
ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1 В качестве основы для наплавки используется металл любого из указанных в таблице 4 типа, любого удобного размера.
- 2 Поверхность основного металла, на которую наплавляется присадочный металл, должна быть чистой.
- 3 Наплавление следует выполнять в нижней позиции в несколько последовательных слоев для получения неразбавленного металла шва, применяя защитный газ (при необходимости) и полярность, указанную в таблице 2, и следуя требованиям к тепловложению, описанным в таблице 5.
- 4 Число и размер валиков зависит от размера электрода и ширины шва, а также использованной силы тока. Максимальная ширина шва должна быть не более 6-кратного диаметра электрода.
- 5 Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F [15°C], а температура металла между проходами не более 325°F [165°C].
- 6 Для контроля температуры металла, между проходами, перед нанесением последующего слоя, наплавку можно закалять в воде. (температура воды не устанавливается).
- 7 Минимальный размер готовой наплавки должен соответствовать приведенному выше. Образец для испытания в соответствии с секцией 10 следует отбирать на высоте не менее 3/8 дюйма [10 мм] над поверхностью основного металла.

РИС. 3. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ МЕТАЛЛА ШВА



(A) Расположение образцов для испытаний на испытательной пластине



(b) Ориентация образца для испытания на удар

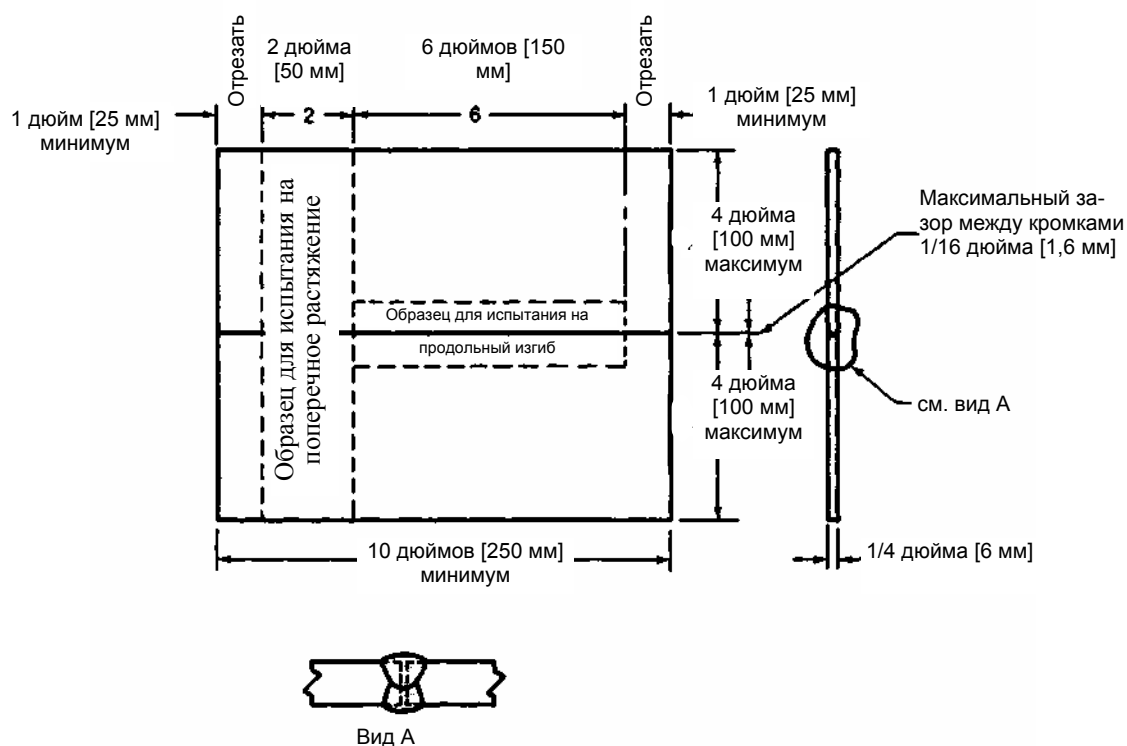
(c) Расположение образца металла шва для испытания на растяжение

L, длина испытательной пластины (мин.)	W, ширина испытательной пластины (мин.)	T, толщина испытательной пластины	D, обрезка (мин.)	I, угол скоса кромки	g, зазор между кромками	w, ширина подкладочной полосы (мин.)	t, толщина подкладочной полосы (мин.)
10 дюймов [250 мм]	6 дюймов [150 мм]	$3/4 \pm 1/32$ дюйма [20 ± 1 мм]	1 дюйм [25 мм]	$22,5^\circ \pm 2^\circ$	$1/2 - 0 + 1/16$ дюйма [12 - 0 мм + 1 мм]	Прибл. 2 x g	$1/4$ дюйма [6 мм]

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Толщина испытательной пластины $-1/2$ дюйма [12 мм], максимальный зазор между кромками для электродов класса EXXT-11 диаметром 0,045 дюйма [1,2 мм] и менее должен составлять $1/4$ дюйма $-0 + 1/16$ дюйма [6 мм -0 мм + 1 мм].

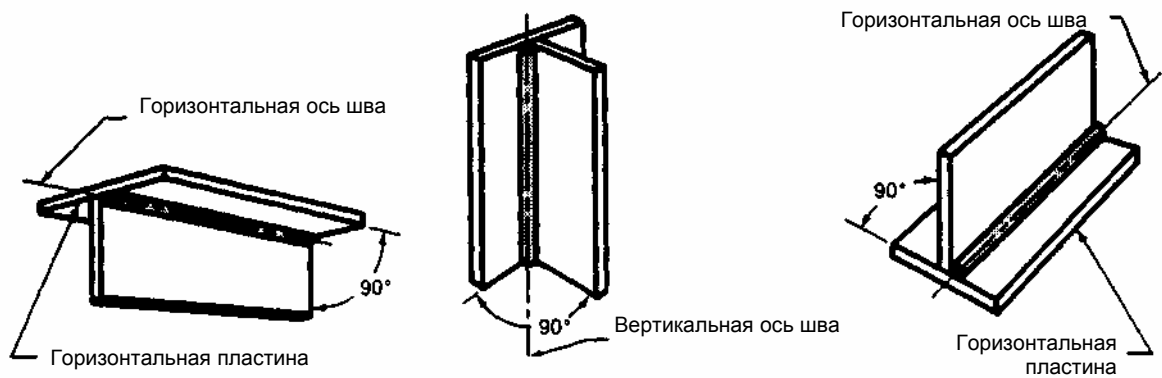
РИС. 4 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ПОПЕРЕЧНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И НА ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ С ОПРАВКОЙ ДЛЯ ШВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ ЭЛЕКТРОДАМИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫМИ ДЛЯ ОДНОПРОХОДНОЙ СВАРКИ



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. На виде А показано законченное соединение и приблизительная конфигурация шва.
2. Толщину пластины можно уменьшить до 3/16 дюйма [4,8 мм] для электродов диаметром 0,068 дюйма [1,7 мм] или менее.

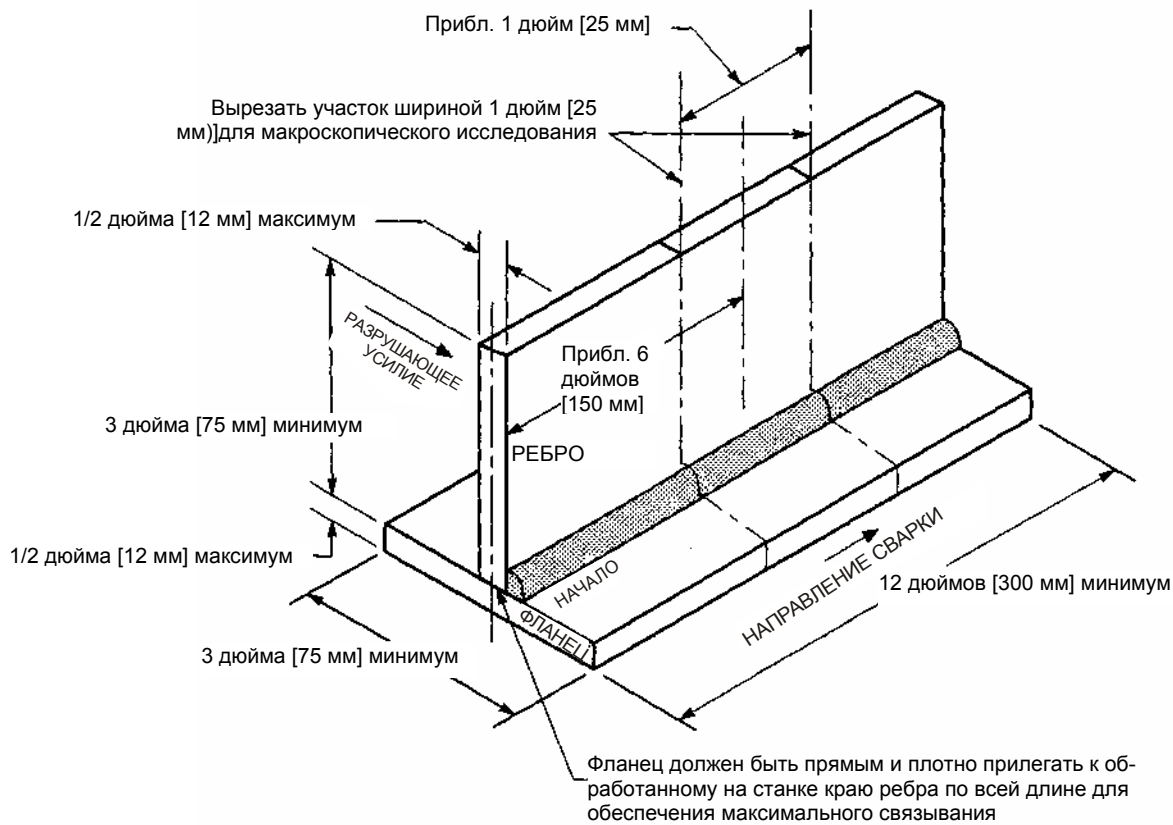
РИС. 3 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ С УГЛОВЫМ ШВОМ



(а) верхний (потолочный) угловой шов

(б) вертикальный угловой шов

(с) горизонтальный угловой шов



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Если толщина ребра и фланца не превышает 1/4 дюйма [6 мм], ширина ребра и фланца должна быть не менее 2 дюймов [50 мм].
2. Для электродов класса EXHT-3 толщина испытательной пластины – 3/16 дюйма [5 мм].

ТАБЛИЦА 4
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Классификация AWS	Технические условия ASTM	Номер по UNS ^a
EXXT-1C, -1M	A36/A36M,	K02600
EXXT-4	A285/A285M марка C,	K02801
EXXT-5C, -5M	A515/A515M марка 70,	K03101
EXXT-6	A516/A516M марка 70,	K02700
EXXT-7	A830/A830M марка 1015,	G10150
EXXT-8	A830/A830M марка 1018 или	G10180
EXXT-9C, -9M	A830/A830M марка 1020,	G10200
EXXT-11		
EXXT-12C, -12M		
EXXT-G		
EXXT-2C, -2M	A515/A515M марка 70 или	K03101
EXXT-3	A516/A516M марка 70	K02700
EXXT-10		
EX1T-13		
EX1T-14		
EX1T-GS		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Согласно ASTM DS-56 (или SAE HS-1086).
b. Для испытаний углового шва можно использовать любой из перечисленных в таблице основных металлов для любого класса электродов.

1/2 дюйма [12 мм]). Процедура приготовления наплавки должна удовлетворять требованиям к тепловложению, указанным в таблице 5. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F [15°C], а температура металла между проходами не должна превышать 325°F [165°C]. Шлак следует удалять после каждого прохода. Между проходами наплавку можно закалять в воде. Размеры готовой наплавки должны соответствовать указанным на рис. 2. Испытание узла такого узла должно проводиться в соответствии с секцией 10.

9.4 Испытательные узлы со швами

9.4.1 Сварные узлы для многопроходных электродов. Для многопроходных электродов (EXXT-1X, EXXT-4, EXXT-5X, EXXT-6, EXXT-7, EXXT-8, EXXT-9X, EXXT-11, EXXT-12X и EXXT-G) следует подготовить один или два испытательных узла и произвести сварку с разделкой кромок, как указано на рис. 3, 9.4.1.1, и в таблице 5, используя основной металл соответствующего типа, как указано в таблице 4. Для одного узла, следует использовать электрод диаметром 3/32 дюйма [2,4 мм], либо с наибольшим из выпускаемых диаметров. Для другого узла, следует использовать электрод диаметром 0,045 дюйма [0,2 мм], либо с наименьшим из выпускаемых диаметров. Если максимальный выпускаемый диаметр равен 1/16 дюйма [1,6 мм] или менее, то испытывать следует только наибольший диаметр. Полярность электрода должна соответствовать таблице 2. Испытание узлов следует производить непосредственно после сварки, как указано в таблице 3.

9.4.1.1 Сварка должна выполняться в нижней позиции, узел в ходе сварки должен быть зафиксирован (или иметь предварительную установку, см. рис. 3), чтобы коробление не превышало 5°. Если коробление превышает 5°, узел следует отбраковать. Выпрямление испытательных узлов не допускается.

Сварка должна начинаться при температуре не ниже 60°F [15°C]. Сварка должна продолжаться, пока температура металла не достигнет 300 ± 25°F [150

± 15°C]; температуру измеряют с помощью термокарандашей или поверхностных термометров на участке, показанном на рис. 3. Указанную температуру между проходами следует поддерживать до завершения сварки шва. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед возобновлением сварки узел необходимо нагреть до температуры 300 ± 25°F [150 ± 15°C].

9.4.2 Сварные узлы для испытаний однопроходных электродов. Для электродов, предназначенных для однопроходной сварки, испытательный узел подготавливается с использованием основного металла, указанного в табл. 4, и сваривается в соответствии с рис. 4 и 9.4.2.1. После сварки прихваточным швом листов на каждом конце испытательный узел сваривается в нижней позиции с валиком на каждой стороне.

9.4.2.1 Сварка должна начинаться при комнатной температуре (не менее 60°F [15°C]). После завершения валика на лицевой стороне необходимо перевернуть узел и выполнить валик на корневой стороне, как показано на рис. 4. Данную последовательность нарушать нельзя. Следует использовать электрод диаметром 3/32 дюйма [2,4 мм] или ближайшего к нему диаметра из числа выпускаемых производителем. Полярность сварки должна соответствовать таблице 2 для испытываемого класса электродов. После завершения сварки и охлаждения узла его следует подготовить и испытать как описано в секциях 12 и 13, непосредственно после сварки (за исключением старения образца для испытания на изгиб, как описано в 13.2).

9.4.3 Испытательный узел с угловым швом. Необходимо подготовить и сварить испытательный узел в соответствии с таблицей 3, как показано на рис. 5, используя основной металл, указанный в таблице 4. Для класса EX0T-XX, если указано, узел сваривается в вертикальной позиции. Для класса EX1T-

ТАБЛИЦА 5
ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОВЛОЖЕНИЮ И ПРЕДЛАГАЕМАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОХОДОВ И СЛОЕВ ДЛЯ
КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ МНОГОПРОХОДНОЙ СВАРКИ

Диаметр		Среднее требуемое тепловложение ^{a, b, c, d}		Рекомендуемое число проходов на слой		Рекомендуемое
дюймы	мм	кДж/дюйм	кДж/мм	Слой 1	Слой 2 и далее	число слоев
≤0,030	≤0,8	20-35	0,8-1,4	1 или 2	2 или 3	6-9
0,035	0,9					
...	1,0	25-50	1,0-2,0	1 или 2	2 или 3	6-9
0,045	...					
...	1,2					
0,052	...	25-55	1,0-2,2	1 или 2	2 или 3	5-8
...	1,4					
1/16	1,6					
0,068	...	35-65	1,4-2,6	1 или 2	2 или 3	5-8
...	1,8					
0,072	...					
5/64 (0,078)	2,0					
3/32 (0,094)	2,4	40-65	1,6-2,6	1 или 2	2 или 3	4-8
7/64 (0,109)	2,8	50-70	2,0-2,8	1 или 2	2 или 3	4-7
0,120	...	55-75	2,2-3,0	1 или 2	2	4-7
1/8 (0,125)	3,2					
5/32 (0,156)	4,0	65-85	2,6-3,3	1	2	4-7

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Тепловложение вычисляется следующим образом:

(1)

$$\text{Тепловложение (кДж/дюйм)} = \frac{\text{Вольт} \times \text{Ампер} \times 60}{\text{Скорость хода (дюйм/мин)} \times 1000} \quad \text{или} \quad \frac{\text{Вольт} \times \text{Ампер} \times 60 \times \text{время оплавления (мин)}}{\text{Длина шва (дюймы)} \times 1000}$$

(2)

$$\text{Тепловложение (кДж/мм)} = \frac{\text{Вольт} \times \text{Ампер} \times 60}{\text{Скорость хода (мм/мин)} \times 1000} \quad \text{или} \quad \frac{\text{Вольт} \times \text{Ампер} \times 60 \times \text{время оплавления (мин)}}{\text{Длина шва (мм)} \times 1000}$$

b. Не относится к первому слою. Первый слой должен иметь максимум два прохода.

c. Среднее тепловложение вычисляется как среднее по всем проходам кроме первого слоя.

d. Следует использовать источник неимпульсного постоянного напряжения.

XX, если указано, требуется два испытательных узла, один из которых сваривается в вертикальной позиции, другой – в верхней позиции. В зависимости от класса, в вертикальной позиции может использоваться восходящее или нисходящее движение (см. табл. 2).

Перед сборкой необходимо подготовить одну кромку вертикального элемента (ребра) по всей длине; сторона основного элемента (фланца) должна быть прямой, гладкой и чистой. Сборка испытательных образцов должна проводиться в соответствии с рис. 5. После сборки прилегающие поверхности должны плотно прилегать друг к другу по всей длине соединения. Испытательный узел необходимо зафиксировать прихваточными швами, которые накладываются по обеим сторонам сварного соединения.

Процедура сварки и размер испытываемого электрода должны соответствовать установленным производителем. Угловой шов должен выполняться

в один проход в полуавтоматическом или механическом режиме по выбору производителя. Размер углового шва не должен превышать 3/8 дюйма [10 мм]. Угловой шов должен накладываться только на одну сторону соединения, как показано на рис. 5. Зачистка шва должна ограничиваться скалыванием шлака, зачисткой щеткой и пучковым зачистным молотком. Шлифование поверхности углового шва, ее обработка напильником или другим металлорежущим инструментом запрещается. Испытания узла проводятся согласно секции 15.

10. Химический анализ

10.1 Если указано в таблице 3, образец для химического анализа следует отбирать из металла, наплавленного электродами с флюсовой сердцевинкой с использованием того защитного газа, для применения с которым они предназначены. Образец для анализа можно отбирать из наплавки, или в сужен-

ном сечении разрушенного при испытаниях на растяжение образца, или из соответствующего участка шва с разделкой кромок или любого участка выше него. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки.

10.2 Верхнюю часть наплавки, рассмотренного в п. 9.3 и показанного на рис.2 необходимо удалить и отбраковать, а образец для анализа следует отобрать из нижележащего металла с применением необходимых механических средств. Образец должен быть очищен от шлака. Он должен быть отобран не ближе чем на 3/8 дюйма [10 мм] от поверхности основного металла. Если образец отбирается из суженного сечения разрушенного при испытаниях на растяжение образца или из соответствующего участка шва с разделкой кромок, как на рис. 3, материал необходимо подготовить к анализу, пользуясь необходимыми механическими средствами.

10.3 Образец необходимо подвергнуть анализу с помощью приемлемых методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 350.

10.4 Результаты анализа должны отвечать требованиям к классификации испытываемых электродов, приведенным в таблице 6.

11. Радиографическое испытание

11.1 Испытательный узел, описанный в п. 9.4.1 и показанный на рис. 3, необходимо подвергнуть радиографическим испытаниям для оценки бездефектности наплавного металла. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основного металла либо с ровным по высоте выступом, не превышающим 3/32 дюйма [2,5 мм]. Допускается удаление основного металла с обеих сторон испытательного образца на 1/16 дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания. Не следует удалять металл шва на более чем 1/16 дюйма [1,5 мм] от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности испытательного узла в зоне шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации радиографических снимков.

11.2 Радиографические испытания шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 1032. Должен использоваться уровень качества контроля 2-2Т.

11.3 Наплавного металла отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявляют следующее:

(а) отсутствие трещин, непроваров или неполного проникновения,

(б) отсутствие включений шлака длиннее 1/4 дюйма [6 мм] либо длиннее одной трети толщины сварочного шва (большего из этих значений), или включений шлаковых групп в виде линии, общая длина которой превышает толщину сварочного узла более чем в 12 раз, за исключением случаев, когда расстояние между соседними включениями превышает 6-кратную длину самого длинного из включений в группе.

(с) отсутствие скругленных индикаторных следов, превышающих допустимые согласно радиографическим эталонам на рис. 8.

При оценке радиографического снимка участки длиной 1 дюйм [25 мм] шва с каждого конца испытательного узла не должны приниматься во внимание.

11.3.1 Скругленным индикаторным следом является такой индикаторный след на радиографическом снимке, длина которого не превышает трехкратного значения ширины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь «хвосты».

Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если таковой имеется. Индикаторный след может указывать на пористость или шлаковые включения. Испытательные узлы не отвечают требованиям настоящих технических условий, если индикаторные следы на их радиографических снимках превышают наибольшие допустимые значения, показанные на радиографических эталонах (рис. 8).

12. Испытание на растяжение

12.1 Для многопроходных электродов необходимо путем механической обработки изготовить один образец металла шва для испытаний на растяжение, как указано в секции «Испытания на растяжение» AWS B4.0 или B4.0M, из шва с разделкой кромок, описанного в п. 9.4.1 и показанного на рис. 3. Образец для испытания на растяжение должен иметь номинальный диаметр 0,500 дюйма [12,5 мм] (или 0,250 дюйма [6,5 мм] для некоторых электродов, как указано в таблицах 1U и 1M) и отношение расчетной длины к диаметру 4:1.

12.1.1 После механической обработки, но перед испытанием, образец может подвергаться старению при температуре, не превышающей 220°F [105°C] в течение не более 48 часов, после чего он должен охладиться до комнатной температуры. Информацию о назначении процесса старения см. в п. A8.3.

12.1.2 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M.

12.1.3 Результаты испытания на растяжение образца металла шва должны отвечать требованиям, установленным в таблице 1U или 1M, в зависимости от случая.

12.2 Для однопроходных электродов необходимо изготовить путем механической обработки один образец для испытания на поперечное растяжение из узла, описанного в п. 9.4.2 и показанного на рис. 4. Прямоугольный образец для испытания на поперечное растяжение должен иметь полную толщину и быть вырезанным перпендикулярно шву с номинальной шириной суженного участка 1,50 дюйма [38 мм].

12.2.1 Испытание образца должно проводиться непосредственно после сварки в соответствии с требованиями, установленными в секции «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M.

12.2.2 Результаты испытаний на растяжение должны отвечать требованиям, установленным в таблице 1U или 1M, в зависимости от случая.

ТАБЛИЦА 6
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА

Классифика- ция AWS A5.20	Классифика- ция AWS A5.20M	Номер UNS ^a	% по массе ^{b, c}										
			C	Mn	Si	S	P	Cr ^d	Ni ^d	Ni ^d	V ^d	Al ^{d, e}	Cu ^d
E7XT-1C	E49XT-1C	W07601											
E7XT-1M	E49XT-1M												
E7XT-5C	E49XT-5C	W07605	0,12	1,75	0,90	0,03	0,03	0,20	0,50	0,30	0,08	-	0,35
E7XT-5M	E49XT-5M												
E7XT-9C	E49XT-9C	W07609											
E7XT-9M	E49XT-9M												
E7XT-4	E49XT-4	W07604											
E7XT-6	E49XT-6	W07606											
E7XT-7	E49XT-7	W07607	0,30	1,75	0,60	0,03	0,03	0,20	0,50	0,30	0,08	1,8	0,35
E7XT-8	E49XT-8	W07608											
E7XT-11	E49XT-11	W07611											
EXXT-G	-	-	(f)	1,75	0,90	0,03	0,03	0,20	0,50	0,30	0,08	1,8	0,35
E7XT-12	E49XT-12	W07612	0,12	1,60	0,90	0,03	0,03	0,20	0,50	0,30	0,08	-	0,35
E7XT-12M	E49XT-12M												
E6XT-13	E43XT-13	W06613											
E7XT-2	E49XT-2	W07602											
E7XT-2M	E49XT-2M												
E7XT-3	E49XT-3	W07603											
E7XT-10	E49XT-10	W07610											
E7XT-13	E49XT-13	W07613											
E7XT-14	E49XT-14	W07614											
EXXT-GS													

ПРИМЕЧАНИЯ:

(a) Согласно ASTM DS-56 (или SAE HS-1086).

(b) Металл шва необходимо проанализировать на содержание элементов, значения содержания которых указаны в данной таблице. Общее содержание всех указанных здесь элементов не должно превышать 5%.

(c) Единичное значение является максимальным.

(d) Результаты анализа этих элементов следует указывать только если они добавлены специально.

(e) Только для самозащитных электродов. Электроды, предназначенные для применения с защитным газом, не должны содержать значительных количеств алюминия.

(f) Предельное значение для электродов с газовой защитой составляет 0,18%.

(g) Химический состав металла шва не имеет значения, поскольку электроды этих классов предназначены только для однопроходной сварки. Уровень растворения основного металла в таких швах обычно достаточно высок (см. п. А6 в Приложении).

13. Испытание на изгиб

13.1 Необходимо путем механической обработки изготовить один образец для испытания на продольный изгиб из испытательного узла, описанного в п. 9.4.2 и показанного на рис. 4. Размеры образца должны соответствовать рис. 4. Остальные размеры образца должны соответствовать описанию секции «Испытания на изгиб» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

13.2 После механической обработки, но перед испытанием на изгиб, образец может подвергаться старению при температуре не выше 220°F в течение не более 48 часов, после чего он должен охладиться до комнатной температуры. Информацию о назначении процесса старения см. в п. А8.3.

13.3 Испытания должны проводиться в соответствии с требованиями, установленными в секции «Испытания на изгиб» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, путем равномерного изгиба образца на 180 градусов с радиусом 3/4 дюйма [19 мм] с использованием любого из описанных там стандартных устройств для испытаний на изгиб. Расположение образца должно быть таким, чтобы растяжению подвергалась лицевая часть последней сваренной стороны.

13.4 После изгибания образец должен иметь радиус 3/4 дюйма [19 мм] с соответствующим припуском на упругое последствие, а на наплавном металле не

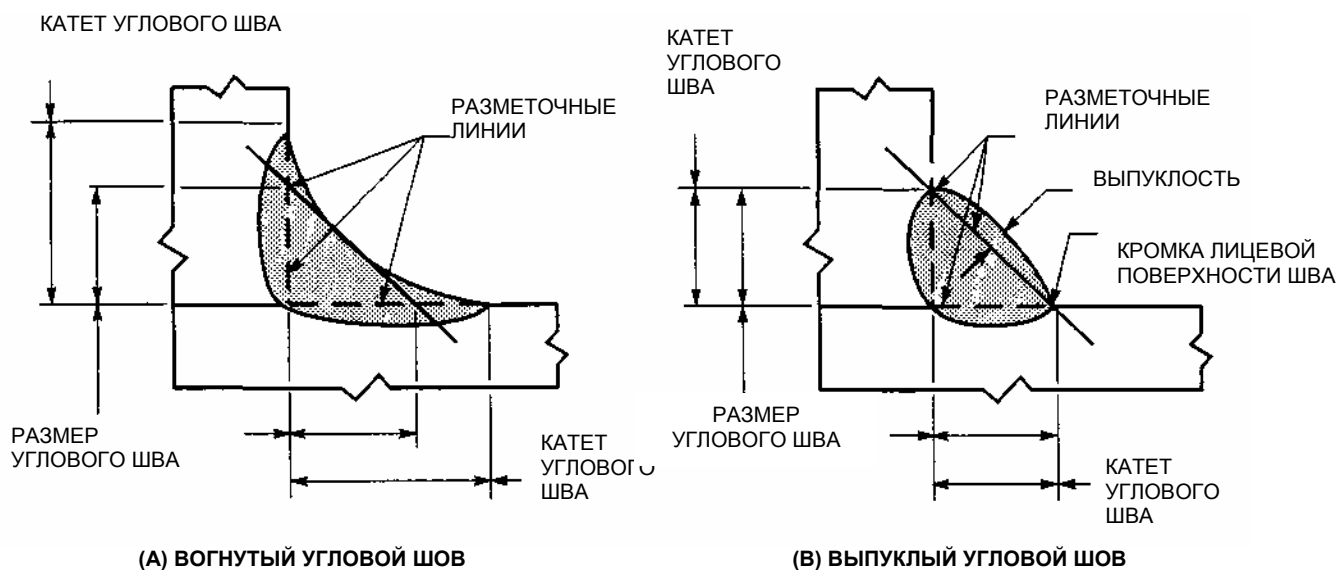
должно быть трещин или других открытых дефектов, доступных невооруженному глазу, размеры которых превышают 1/8 дюйма [3,2 мм] в любом направлении. Трещинами в основном металле следует пренебречь, если они не входят в металл шва. Если отверстия или трещины в основном металле входят в металл шва, испытания следует считать недействительными. Образцы, показавшие такие результаты, заменяются (образец на образец), и испытание доводится до конца. В данном случае не действует требование удвоения количества образцов при повторных испытаниях, содержащееся в секции 8.

14. Испытание на удар

14.1 Для классов, требующих проведения испытаний на удар в соответствии с таблицей 1U или 1M и таблицей 3, либо при использовании необязательного вспомогательного обозначения «J», «D» или «Q», необходимо способом механической обработки изготовить пять образцов с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи (рис. 8) из испытательного узла, показанного на рис. 3, как указано в секции «Испытания на вязкость разрушения» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность образца с V-образным надрезом для испытаний по Шарпи должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм]. Другие

РИС. 6 РАЗМЕРЫ УГЛОВОГО ШВА



ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1 Размер углового шва равен длине катета наибольшего равнобедренного прямоугольного треугольника, который можно вписать в поперечное сечение углового шва.
- 2 Выпуклость равна максимальному расстоянию от лицевой поверхности углового шва по перпендикуляру до линии, соединяющей кромки лицевой поверхности шва.
- 3 Катет углового шва равен расстоянию от основания соединения до кромки лицевой поверхности углового шва.

две поверхности должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхностью прямой угол с отклонением не более ± 10 минут. Надрез должен быть выполнен механическими средствами, быть достаточно гладким и перпендикулярным продольным кромкам образца с допуском 1° .

Геометрия надреза должна быть измерена по крайней мере на одном образце из каждых пяти. Измерение должно производиться при увеличении минимум в 50 раз с помощью либо теневого проектора, либо металлографического микроскопа. Правильное расположение надреза необходимо проверить травлением до или после механической обработки.

14.2 Испытания данных пяти образцов должны проводиться в соответствии со стандартом AWS B4.0 или AWS B4.0M. Температура испытания должна соответствовать значениям, указанным в таблице 1U или 1M, п. 7.2.2 или в таблице 10, в зависимости от случая, для соответствующего класса электрода или для электрода, отмеченного необязательным дополнительным обозначением.

14.3 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. Два из оставшихся трех значений должны не ниже установленного уровня энергии в 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не меньше 15 фут•(фунт-сила) [20 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее требуемого значения уровня энергии 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж]. К электродам с необязательным дополнительным обозначением «D» и «Q» требования таблицы 10 не относятся.

15. Испытание угловых швов

15.1 Если это указано в таблице 3, необходимо выполнить испытание угловых швов в соответствии с п.

9.4.3 и рис. 5. Нужно провести визуальное обследование всей лицевой поверхности шва. На ней не должно быть следов трещин, на шве не должны присутствовать признаки значительных подрезов, наплывов, шлака и пористости. После визуального обследования необходимо подготовить образец, включающий участок шва (в продольном направлении) длиной приблизительно 1 дюйм [25 мм], как показано на рис. 5. Одна поверхность поперечного сечения образца должна быть отполирована и протравлена, а затем исследована согласно требованиям п. 15.2.

15.2 На подготовленной поверхности прочерчивают линии, как показано на рис. 6, затем непосредственным измерением определяют размер углового шва, катет и выпуклость шва с точностью до $1/64$ дюйма [0,5 мм]. Результаты измерений должны соответствовать требованиям, установленным в таблице 7 по таким параметрам как выпуклость, размер изгиба и допустимая разница в длине катетов.

15.3 Остальные два сечения испытательного узла необходимо разрушить по длине углового шва с приложением усилия согласно рис. 5.

Для облегчения разрушения по шву можно использовать одну из следующих методик:

- (а) К каждому катету шва может быть добавлен усиливающий валик, как показано на рис. 7(А).
- (б) Можно изменить положение ребра на фланце, как показано на рис. 7(В).
- (с) Внешняя поверхность углового шва может быть надрезана, как показано на рис. 7(С).

Испытания, при которых шов вырвался из металла основы во время изгиба, недействительны. Образцы, показавшие такие результаты, заменяются (образец на образец), и испытание доводится до

ТАБЛИЦА 7
ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕРАМ ОБРАЗЦОВ С УГЛОВЫМ ШВОМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕНИМОСТИ

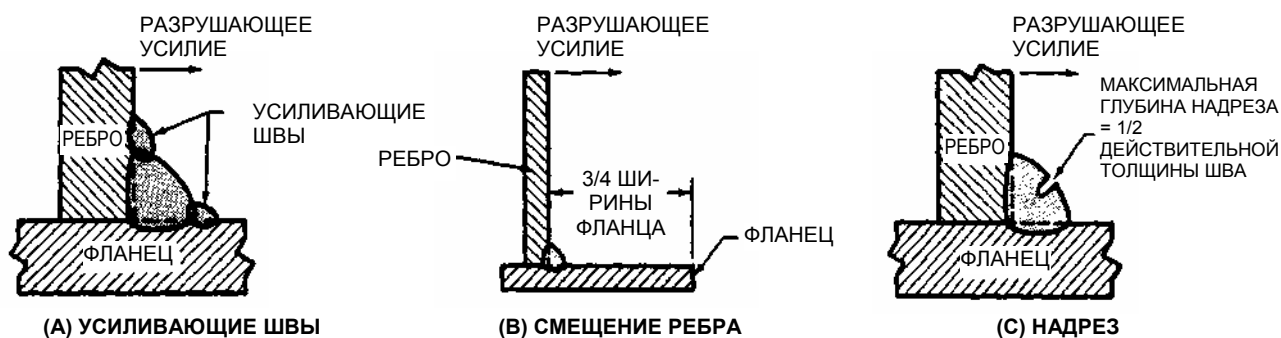
Измеренный размер углового шва ^a		Максимальная выпуклость ^{a,b}		Максимальная разность длин катетов углового шва ^a	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
1/8	3,0	5/64	2,0	1/32	1,0
9/64	3,5	5/64	2,0	3/64	1,0
5/32	4,0	5/64	2,0	3/64	1,0
11/64	4,5	5/64	2,0	1/16	1,5
3/16	...	5/64	...	1/16	...
13/64	5,0	5/64	2,0	5/64	2,0
7/32	5,5	5/64	2,0	5/64	2,0
15/64	6,0	5/64	2,0	3/32	2,5
1/4	6,5	5/64	2,0	3/32	2,5
17/64	...	3/32	...	7/64	...
9/32	7,0	3/32	2,5	7/64	3,0
19/64	7,5	3/32	2,5	1/8	3,0
5/16	8,0	3/32	2,5	1/8	3,0
21/64	8,5	3/32	2,5	9/64	3,5
11/32	9,0	3/32	2,5	9/64	4,0
23/64	...	3/32	...	5/32	...
3/8	9,5	3/32	2,5	5/32	4,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Все значение следует округлять до ближайшей 1/64 дюйма [0,5 мм].

b. Максимальная выпуклость угловых сварных швов, выполненных электродами классов EXXT-5C и EXXT-5M, может превышать указанные требования на 1/32 дюйма [0,8 мм].

РИС. 7 ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ РАЗРУШЕНИЯ УГЛОВОГО ШВА



конца. В данном случае не действует требование удвоения количества образцов при повторных испытаниях, содержащееся в секции 8 «Повторное испытание».

15.4 Разрушенные поверхности необходимо исследовать. На них не должно быть следов трещин и должны отсутствовать значительные признаки пористости и шлака. Непровар у основания шва не должен превышать 20% общей длины шва. Шлак за пределами вершины равнобедренного треугольника, основанием которого служит гипотенуза, как показано на рис. 6, не считается непроваром.

16. Испытание на содержание диффузионного водорода

16.1 Electrodes диаметром 3/32 дюйма [2,4 мм] или наибольшим и диаметром 0,045 дюйма [1,2 мм] или наименьшим, подлежащие маркировке обязательным дополнительным обозначением, означающим наличие диффузионного водорода, должно быть проведено испытание в соответствии с одним из методов, рассмотренных в стандарте AWS A4.3. Если

максимальный изготавливаемый диаметр составляет 1/16 дюйма [1,6 мм] или менее, то испытанию подлежит только наибольший диаметр. Для определения содержания диффузионного водорода следует использовать механизированный сварочный аппарат. Если среднее значение результатов испытаний удовлетворяет требованиям, приведенным в таблице 8, в классификационное обозначение можно включить необязательное дополнительное обозначение диффузионного водорода.

16.2 Испытания должны проводиться на электродах из ранее не открытой упаковки. Кондиционирование электродов перед испытаниями не допускается. Под кондиционированием можно понимать любую специальную подготовку или процедуру, такую как прокаливание электрода, которую пользователь не будет проводить в своей обычной работе. Если при классификации электрода использовался какой-либо защитный газ, то этот же газ следует применять и при испытании на диффузионный водород. Сварные швы следует выполнять со скоростью подачи проволоки (и сварочном токе) соответствующих рекомен-

ТАБЛИЦА 8
НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
СОДЕРЖАНИЯ ВОДОРОДА В МЕТАЛЛЕ ШВА ^a

Необязательное дополнительное обозначение класса по содержанию водорода ^{b,c,d}	Предел среднего содержания диффузионного водорода ^{e,f} мл/100 г наплавленного металла
H16	16,0
H8	8,0
H4	4,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Пределные значения содержания диффузионного водорода при испытаниях в соответствии с требованиями стандарта AWS A4, как указано в секции 16.
- b. См. рис 1.
- c. Нижние уровни содержания диффузионного водорода (H8 и H4) в некоторых классах могут отсутствовать (см. п. A8.2.9).
- d. Электроды, удовлетворяющие требованиям класса H4 к содержанию диффузионного водорода, также отвечают требованиям класса H8 и H16. Электроды, удовлетворяющие требованиям класса H8 к содержанию диффузионного водорода, также отвечают требованиям класса H16.
- e. Данные предельные значения содержания водорода указаны для сварки в атмосфере с максимальным содержанием влаги 10 гран на фунт [1,43 г/кг] сухого воздуха. Возможно проведение испытаний в атмосфере с более высоким содержанием влаги при условии соответствия данным предельным значениям (см. п. 16.4 и 16.5).
- f. Максимальное среднее содержание диффузионного водорода для электродов, имеющих дополнительное необязательное обозначение «Q», должно составлять либо 5,0 мл на 100 г наплавленного металла, либо 8,0 мл на 100 г наплавленного металла при испытаниях в соответствии с требованиями данных технических условий (см. 16.3).

дациям производителя для испытываемого типа и размера электрода. При использовании показателя скорости подачи проволоки минимальная скорость при испытании на диффузионный водород указана в приведенных ниже уравнениях. При использовании показателя сварочного тока приведенное уравнение изменяется путем подстановки величины «сварочного тока» вместо «скорости подачи проволоки» (WFR). Напряжение должно соответствовать рекомендации производителя для скорости подачи проволоки (и сварочного тока), используемой при испытании. Расстояние контакта от накопника до рабочей поверхности должно быть минимальным из рекомендованных производителем значений для скорости подачи проволоки (или сварочного тока), используемой при испытании (см. п. 16.3, требования к обозначению «Q»). Скорость хода должна быть такой, чтобы ширина наплавленного валика соответствовала образцу. См. A8.2.7.

$$WFR_{\text{мин}} = WFR_{\text{пр.мин}} + 0,75 (WFR_{\text{пр.макс}} - WFR_{\text{пр.мин}})$$

где:

$WFR_{\text{мин}}$ = минимальная скорость подачи проволоки при испытании на диффузионный водород

$WFR_{\text{пр.мин}}$ = минимальная скорость подачи проволоки, рекомендованная производителем

$WFR_{\text{пр.макс}}$ = максимальная скорость подачи проволоки, рекомендованная производителем

16.3 При испытании на водород электродов, которым должно быть присвоено дополнительное необязательное обозначение «Q», расстояние от накопника до рабочей поверхности должно быть не более 5/8 дюйма [16 мм] для электродов диаметром менее

1/16 дюйма [1,6 мм], не более 3/4 дюйма [20 мм] для электродов диаметром 1/16 дюйма [1,6 мм] и не более 1 дюйма [25 мм] для электродов диаметром более 1/16 дюйма [1,6 мм]. Электроды, отмеченные дополнительным необязательным обозначением «Q», должны иметь минимальный средний уровень диффузионного водорода либо 5,0 мл / 100 г исследуемого металла, либо 8,0 мл / 100 г исследуемого металла при испытании в соответствии с данными техническими условиями. Для электродов, отмеченных обозначением «Q», соответствующим требованиям по максимальному среднему содержанию диффузионного водорода 5,0 мл / 100 г исследуемого металла, дополнительное необязательное обозначение по водороду не используется. Электроды, отмеченные обозначением «Q», и имеющие средний уровень диффузионного водорода выше 5,0 мл / 100 г исследуемого металла, но не превышающий 8,0 мл / 100 г исследуемого металла, должны отмечаться дополнительным необязательным обозначением «H8» (см. рис. 1). Электроды, отвечающие требованию максимального среднего содержания диффузионного водорода 5,0 мл / 100 г исследуемого металла, также соответствуют требованиям для обозначения «H8».

16.4 Для сертификации соответствия требованиям к содержанию диффузионного водорода эталонными являются атмосферные условия, обеспечивающие абсолютную влажность 10 гран влаги на фунт сухого воздуха [1,43 г/кг] во время сварки (см. A8.2.5). Фактические атмосферные условия должны быть указаны наряду со средним значением результата испытаний в соответствии со стандартом AWS A4.3.

16.5 Если абсолютная влажность во время подготовки испытательного узла равна или превышает эталонное значение, испытание считается удовлетворяющим требованиям данных технических условий при условии, что фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям в отношении диффузионного водорода для применяемого необязательного дополнительного обозначения. Аналогичным образом, если фактические результаты испытания электрода отвечают требованиям к более низкому или самому низкому обозначению диффузионного водорода, как указано в таблице 8, электрод также отвечает требованиям для обозначения, соответствующего более высокому содержанию диффузионного водорода в таблице 8, без необходимости проведения повторного испытания.

17. Испытания на дополнительные необязательные обозначения «D» и «Q»

17.1 Каждый диаметр электрода, который должен приобрести дополнительное необязательное обозначение «D» или «Q» (см. рис. 1), должен пройти испытание с использованием обеих следующих методик: (1) с низким тепловложением и быстрым охлаждением, и (2) высоким тепловложением и медленным охлаждением, как описано в п. 17.2, 17.3, 17.4, 17.5 и в таблице 9.

17.1.1 Испытуемый узел с основным металлом, указанным в таблице 4, следует подготовить, как показано на рис. 3. Узел в ходе сварки должен быть зафиксирован, чтобы коробление не превышало 5°. Если

ТАБЛИЦА 9
МЕТОДИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫМ ОБОЗНАЧЕНИЯМ «D» И «Q»

Дополнительное необязательное обозначение	Тепловложение (бы- строе или медленное охлаждение)	Температура пред- варительного на- грева °F [°C]	Температура между проходами °F [°C]	Требуемое тепловложе- ние на каждом проходе ^a	Требуемое среднее тепло- вложение всех проходов ^a
D	низкое (быстрое охлажде- ние)	70°F ± 25°F [20°C ± 15°C].	200°F ± 25°F (90°C ± 15°C).	Для электродов диаметром < 3/32 дюйма [2,4 мм] 33 кДж/дюйм [1,3 кДж/мм] максимум	30 +2 –5 кДж/дюйм [1,2 +0,1 –0,2 кДж/мм]
				Для электродов диаметром ≥ 3/32 дюйма [2,4 мм] 44 кДж/дюйм [1,7 кДж/мм] максимум	40 +2 –5 кДж/дюйм [1,6 +0,1 –0,2 кДж/мм]
	высокое (медленное охлажде- ние)	300°F ± 25°F [150°C ± 15°C].	500°F ± 50°F [260°C ± 25°C].	75 кДж/дюйм [3,0 кДж/мм] минимум	80 +5 –2 кДж/дюйм [3,1 +0,2 –0,1 кДж/мм]
Q	низкое (быстрое охлажде- ние)	70°F ± 25°F [20°C ± 15°C].	150°F максимум [65°C максимум].	33 кДж/дюйм [1,3 кДж/мм] минимум	30 +2 –5 кДж/дюйм [1,2 +0,1 –0,2 кДж/мм]
	высокое (медленное охлажде- ние)	300°F ± 25°F [150°C ± 15°C].	300°F ± 25°F [150°C ± 15°C].	60 кДж/дюйм [2,4 кДж/мм] минимум	70 +5 –2 кДж/дюйм [2,8 +0,2 –0,1 кДж/мм]

ПРИМЕЧАНИЕ:

а. Не относится к первому слою. Первый слой может иметь один или два прохода.

коробление превышает 5°, узел следует отбраковать. Выпрямление испытательных узлов не допускается.

17.1.2 Шов с разделкой кромок, выполняемый при низком тепловложении и быстром охлаждении для обоих обозначений «D» и «Q» следует выполнять в положении G1.

17.1.3 Шов с разделкой кромок, выполняемый при высоком тепловложении и медленном охлаждении для обоих обозначений «D» и «Q» следует выполнять в положении G1, если электрод относится к классу для нижней и горизонтальной сварки (позиционное обозначение «0»).

Если электрод относится к классу «для любого положения сварки» (позиционное обозначение «1»), то сварку следует производить при высоком тепловложении и медленном охлаждении, в положении 3G с продвижением снизу вверх.

17.2 При испытаниях для обозначения «D», сварку с разделкой кромок при низком тепловложении и быстром охлаждении следует начинать при температуре испытываемого узла 70°F ± 25°F [20°C ± 15°C]. Сварку следует продолжать до тех пор, пока узел не достигнет температуры 200°F ± 25°F [90°C ± 15°C]. Эту межпроходную температуру следует поддерживать для остальной части шва. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед возобновлением сварки узел необходимо нагреть до межпроходной температуры.

Для электродов диаметром менее 3/32 дюйма [2,4 мм], среднее тепловложение при каждом проходе, исключая первый, должно составлять 30 +2 –5 кДж/дюйм [1,2 +0,1 –0,2 кДж/мм]. Ни для одного из проходов, кроме первого, тепловложение не должно превышать 33 кДж/дюйм [1,3 кДж/мм]. См. таблицу 9.

Для электродов диаметром 3/32 дюйма [2,4 мм] и более, среднее тепловложение на каждом проходе, исключая первый, должно составлять 40 +2 –5 кДж/дюйм [1,6 +0,1 –0,2 кДж/мм]. Ни для одного из проходов, кроме первого, тепловложение не должно превышать 44 кДж/дюйм [1,7 кДж/мм]. См. таблицу 9.

17.3 При испытаниях для обозначения «D», сварку с разделкой кромок при высоком тепловложении и быстром охлаждении следует начинать после предварительного нагрева испытываемого узла до температуры 300°F ± 25°F [150°C ± 15°C]. Сварку следует продолжать до тех пор, пока узел не достигнет температуры 500°F ± 50°F [260°C ± 25°C]. Эту межпроходную температуру следует поддерживать для остальной части шва. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед возобновлением сварки узел необходимо нагреть до межпроходной температуры.

Среднее тепловложение на каждом проходе, исключая первый, должно составлять 80 +5 –2 кДж/дюйм [3,1 +0,2 –0,1 кДж/мм]. Ни для одного из проходов, кроме первого, тепловложение не должно превышать 75 кДж/дюйм [3,0 кДж/мм]. См. таблицу 9.

17.4 При испытаниях для обозначения «Q», сварку с разделкой кромок при низком тепловложении и быстром охлаждении следует начинать при температуре испытываемого узла 70°F ± 25°F [20°C ± 15°C]. Сварку следует продолжать до тех пор, пока узел не достигнет температуры 150°F [65°C]. Эту межпроходную температуру следует поддерживать для остальной части шва. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед

ТАБЛИЦА 10
ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ «D» И «Q»

Дополнительное необязательное обозначение	Требования к испытаниям на растяжение	Минимальные требования к испытанию по Шарпи для образца с V-образным надрезом
D	Предел текучести минимум 58 тыс. фунтов / кв. дюйм [400 МПа] Прочность на растяжение минимум 70 тыс. фунтов / кв. дюйм [490 МПа] Минимальное удлинение 22% на 2 дюйма [50 мм]	40 фут•(фунт-сила) при +70°F [54 Дж при +20°C], см. Примечания a, b.
Q	Предел текучести 58-80 тыс. фунтов / кв. дюйм [400-550 МПа] при высоком тепловложении, медленном охлаждении Предел текучести максимум 90 тыс. фунтов / кв. дюйм [620 МПа] при низком тепловложении, быстром охлаждении Минимальное удлинение 22% на 2 дюйма [50 мм] (см. Примечание c)	20 фут•(фунт-сила) при -20°F [27 Дж при -30°C], см. Примечание d.

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Следует испытать пять образцов. Самое высокое и самое низкое значение, полученное в каждом из пяти образцов с одной и той же испытательной пластины, следует отбросить. Два из оставшихся трех значений должны быть не менее указанной вязкости в 40 фут•(фунт-сила) [54 Дж] при температуре испытания. Одно из трех значений может быть ниже этого уровня, однако не ниже 30 фут•(фунт-сила) [41 Дж], и среднее по всем трем должно быть не менее требуемого значения 40 фут•(фунт-сила) [54 Дж].

b. Электрод должен также соответствовать требованию к минимальной вязкости 20 фут•(фунт-сила) при 0°F [27 Дж при -18°C] при классификационных испытаниях по стандарту A5.20 [A5.20M].

c. Образцы для испытания на растяжение не должны подвергаться старению при испытаниях на обозначение «Q».

d. Следует испытать пять образцов. Одно из пяти значений может быть ниже указанного уровня 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж], однако не ниже 15 фут•(фунт-сила) [20 Дж], и среднее по всем пяти должно быть не менее требуемого значения 20 фут•(фунт-сила) [27 Дж].

возобновлением сварки узел необходимо нагреть до междупроходной температуры.

Среднее тепловложение на каждом проходе, включая первый, должно составлять 30 +2 -5 кДж/дюйм [1,2 +0,1 -0,2 кДж/мм]. Ни для одного из проходов, кроме первого, тепловложение не должно превышать 33 кДж/дюйм [1,3 кДж/мм]. См. таблицу 9.

17.5 При испытаниях для обозначения «Q», сварку с разделкой кромок при высоком тепловложении и быстром охлаждении следует начинать после предварительного нагрева испытуемого узла до температуры 300°F ± 25°F [150°C ± 15°C]. Эту междупроходную температуру следует поддерживать для остальной части шва. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед возобновлением сварки узел необходимо нагреть до междупроходной температуры.

Среднее тепловложение на каждом проходе, включая первый, должно составлять 70 +5 -2 кДж/дюйм [2,8 +0,2 -0,1 кДж/мм]. Ни для одного из проходов, кроме первого, тепловложение не должно превышать 60 кДж/дюйм [2,4 кДж/мм]. См. таблицу 9.

17.6 После завершения сварки и охлаждения узла, узел следует подготовить и испытать, как указано на рисунке 3 и описано в секциях 11, 12 и 14. В соответствующих случаях испытания на растяжение и ударную вязкость должны отвечать требованиям, описанным в таблице 10 для обозначений «D» или «Q».

17.7 Если при сертификации электрода с дополнительным необязательным обозначением «D» или «Q» используется среднее тепловложение, за исключением первого слоя, как для условия низкого тепловложения и быстрого охлаждения, так и для условия высокого тепловложения и медленного охлаждения

при сварке с разделкой кромок, то это должно быть четко записано в отчете (отчетах) об испытании.

18. Способ изготовления

Электроды и присадочные прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

19. Стандартные размеры

Стандартные размеры присадочного металла в различных формах упаковки (бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки) должны соответствовать указанным в табл. 11.

20. Чистовая обработка и однородность

20.1 Все электроды должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения) и инородных включений, которые могли бы отрицательно повлиять на сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

20.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть изготовлен из материала одной партии в соответствии с требованиями стандарта AWS A5.01, а сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче электрода на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

20.3 Компоненты сердцевины должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не оказывать отрицательного влияния на

ТАБЛИЦА 11
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ^a

Система единиц США		Международная система единиц (СИ) ^b	
Диаметр (дюйм)	Допуск (дюйм)	Диаметр (мм)	Допуск (мм)
0,030	±0,002	0,8	+0,02/-0,05
0,035	±0,002	0,8	+0,02/-0,05
0,040	±0,002	1,0	+0,02/-0,05
0,045	±0,002	...	...
...	...	1,2	+0,02/-0,05
0,052	±0,002	...	...
...	...	1,4	+0,02/-0,05
1/16 (0,062)	±0,002	1,6	+0,02/-0,06
0,068	±0,003	...	...
...	...	1,8	+0,02/-0,06
0,072	±0,003	...	...
5/64 (0,078)	±0,003	2,0	+0,02/-0,06
3/32 (0,094)	±0,003	2,4	+0,02/-0,06
7/64 (0,109)	±0,003	2,8	+0,02/-0,06
0,120	±0,003	...	...
1/8 (0,125)	±0,003	3,2	+0,02/-0,07
5/32 (0,156)	±0,003	4,0	+0,02/-0,07

ПРИМЕЧАНИЕ:

a. Электроды, изготавливаемые в размерах, отличающихся от указанных, могут классифицироваться с применением допусков, аналогичных указанным.

b. Указанные допуски предписаны стандартом ISO 544.

рабочие характеристики электрода и свойства металла шва.

20.4 Подходящее защитное покрытие может быть нанесено на любой присадочный металл, указанный в данных технических условиях.

21. Стандартные формы упаковки

21.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры и вес каждой формы упаковки приводятся в таблице 12 и на рис. 9 и 10. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

21.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

21.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию присадочного металла при нормальном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

22. Требования к намотке

22.1 Электроды на катушках и в бухтах (включая барабаны) должны быть намотаны без перекручивания, извивов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец электрода (с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы

его можно было легко обнаружить, и закрепить, чтобы предотвратить разматывание.

22.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

23. Маркировка присадочного металла

23.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям секции 23 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту, катушку и барабан.

23.2. Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу проволоки в бухте.

23.3 Для бухт с бобиной такая этикетка прочно закрепляется на видимом месте бобины.

23.4 Катушки должны иметь такую информацию прочно нанесенной на видимом месте на наружной стороне, по крайней мере, одного фланца.

23.5 Барабаны должны иметь такую информацию, прочно нанесенной на видимом месте на боковой стороне.

24. Упаковка

Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

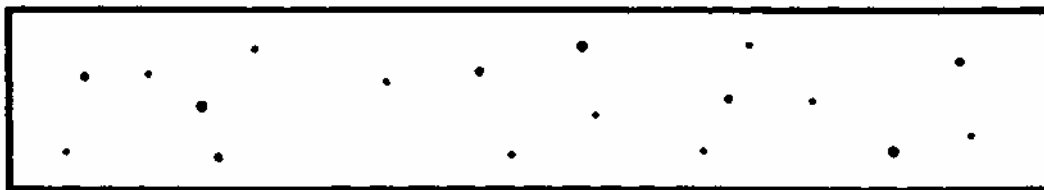
ТАБЛИЦА 12
ТРЕБОВАНИЯ К УПАКОВКЕ ^a

Тип упаковки	Размер упаковки ^b		Вес нетто электрода ^c			
	дюйм	мм	фунт	кг		
Бухты без бобин	(См. примечание d)		(См. примечание d)			
Бухты с бобинами (см. ниже)	ВД	6-3/4	170	14		
	ВД	12	300	25, 30, 50 и 6		
Катушки	НД	4	100	1-1/2 и 2-1/2		
	НД	8	200	10, 15 и 22		
	НД	12	300	25, 30, 35 и 44		
	НД	14	350	50 и 60		
	НД	22	560	250		
	НД	24	610	300		
	НД	30	760	600, 750 и 1000		
	Барабаны	НД	15-1/2	400	(См. примечание c)	
	НД	20	500	(См. примечание c)		
	НД	23	600	300 и 600		
Бухты с бобиной — стандартные размеры и вес ^a						
Размер электрода	Вес нетто бухты ^c		Размеры бухты			
	фунт	кг	Внутренний диаметр вкладыша		Длина намотанного электрода, макс	
			дюйм	мм	дюйм	мм
Все	14	6	6-3/4 ± 1/8	170 ± 3	3	75
	25 и 30	10 и 15	12 ± 1/8	305 + 3, -10	2-1/2 или 4-5/8	65 или 120
	50, 60 и 65	20, 25 и 30	12 ± 1/8	305+3, -10	4-5/8	120

ПРИМЕЧАНИЯ:

- По соглашению между поставщиком и покупателем могут поставляться размеры и веса нетто, отличные от указанных в таблице.
- ВД – внутренний диаметр, НД – наружный диаметр.
- Допуск на вес нетто должен составлять ±10%.
- По соглашению между поставщиком и покупателем.

РИС. 8 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО УЗЛА, ПОКАЗАННОГО НА РИС. 3

**(А) РАЗНООБРАЗНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

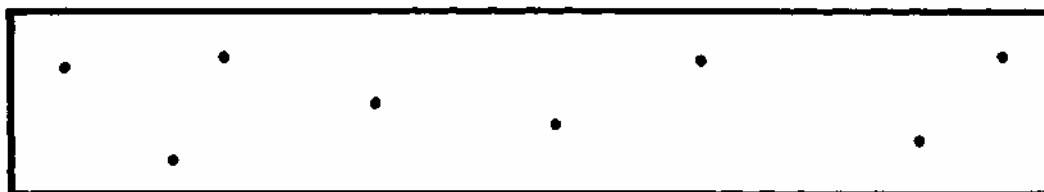
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма [0,4 мм] ДО 1/16 дюйма [1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] – 18, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО КРУПНЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 3/64 дюйма [1,2 мм] – 1/16 дюйма [1,6 мм] = 3.

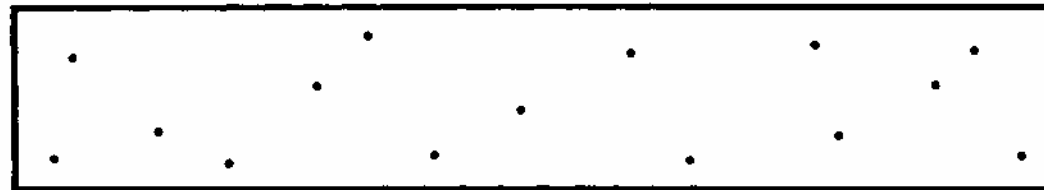
МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СРЕДНИХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 1/32 дюйма [0,8 мм] – 3/64 дюйма [1,2 мм] = 5.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО МЕЛКИХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ 1/64 дюйма [0,4 мм] – 1/32 дюйма [0,8 мм] = 10.

**(В) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 3/64 дюйма [1,2 мм] ДО 1/16 дюйма [1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 8.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 1/32 дюйма [0,8 мм] ДО 3/64 дюйма [1,2 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 15.

**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

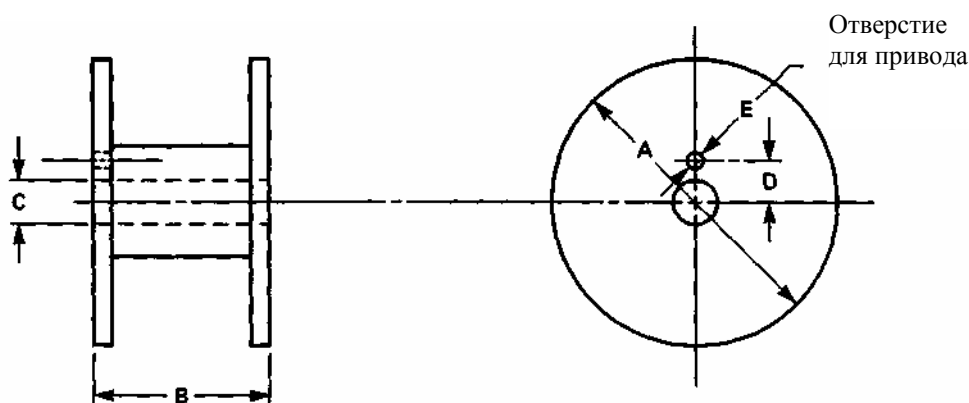
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма [0,4 мм] ДО 1/32 дюйма [0,8 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 30.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1 Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
- 2 Поскольку данные испытательные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.
- 3 Индикаторными следами, максимальный размер которых не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], можно пренебречь.

РИС. 9 СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 4, 8, 12 И 14 ДЮЙМОВ [100, 200, 300 И 350 ММ]



		Размеры							
		Катушка 4 дюйма [100 мм]		Катушка 8 дюймов [200 мм]		Катушка 12 дюймов [300 мм]		Катушка 14 дюймов [350 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, максимальный [примечание (4)]	4,0	102	8,0	203	12	305	14	355
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103	4,0	103
	Допуск	$\pm 0,03$	$+0, -2$	$\pm 0,03$	$+0, -3$	$\pm 0,06$	$+0, -3$	$\pm 0,06$	$+0, -3$
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	$+0,01, -0$	$+1, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$
D	Расстояние между осями	-	-	1,75	44,5	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	-	-	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
E	Диаметр [примечание (3)]	-	-	0,44	10	0,44	10	0,44	10
	Допуск	-	-	$+0, -0,06$	$+1, -0$	$+0, -0,06$	$+1, -0$	$+0, -0,06$	$+1, -0$

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Наружный диаметр цилиндрической части должен обеспечивать нормальную подачу электрода.
- (2) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
- (3) На каждом фланце имеются отверстия, однако совмещать их нет необходимости. Для катушек диаметром 4 дюйма [100 мм] наличия отверстия для привода не требуется.
- (4) Метрические размеры и допуски соответствуют стандарту ISO 544, за исключением «А», где указаны $\pm$ допуски на номинальный диаметр, а не только + допуск, который приводится здесь как максимум.

25. Маркировка упаковки

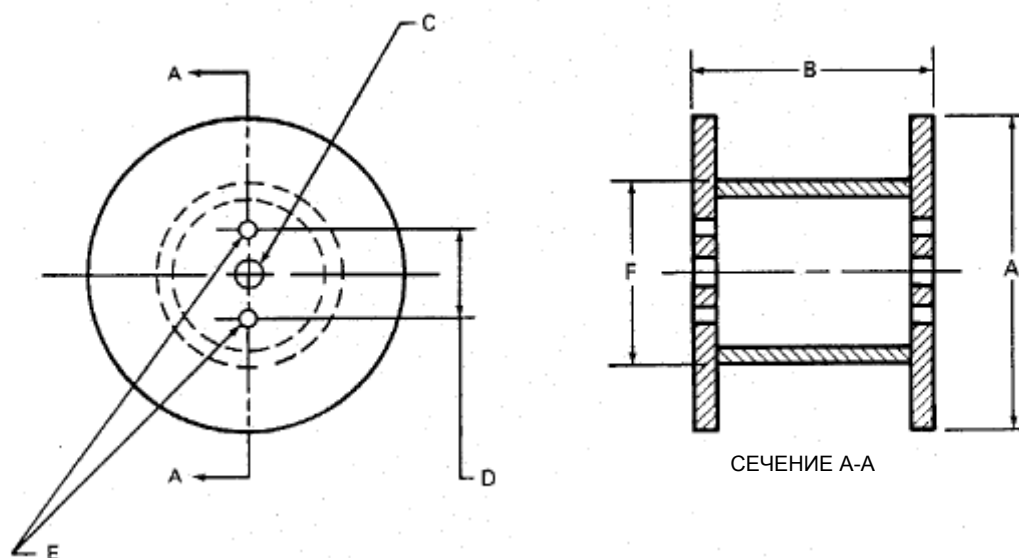
25.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- (a) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить), классификационные обозначения и дополнительные обозначения, если они применимы;
- (b) Наименование поставщика и торговая марка;
- (c) Размер и вес нетто;
- (d) Номер партии, контроля или плавки.

25.2 Соответствующие сведения по технике безопасности⁸, приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте должны быть разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая индивидуальную упаковку в составе групповой упаковки.

⁸ Типичные примеры "предупреждающих ярлыков" для некоторых распространенных и специфических расходных материалов, используемых в определенных процессах, показаны на рисунках в стандарте ANSI Z49.1.

РИС. 10 СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 22, 24 И 30 ДЮЙМОВ [560, 610 И 760 MM]



		Размеры					
		Катушка 22 дюйма [560 мм]		Катушка 24 дюйма [610 мм]		Катушка 30 дюймов [760 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, максимальный	22	560	24	610	30	760
B	Ширина	12	305	13,5	345	13,5	345
C	Диаметр	1,31	35,0	1,31	35,0	1,31	35,0
	Допуск	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5
D	Расстояние между осями	2,5	63,5	2,5	63,5	2,5	63,5
	Допуск	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5
E	Диаметр [примечание (3)]	0,69	16,7	0,69	16,7	0,69	16,7
	Допуск	+0, -0,06	±0,7	+0, -0,06	±0,7	+0, -0,06	±0,7

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Наружный диаметр цилиндрической части (размер F) должен обеспечивать нормальную подачу электрода
- (2) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
- (3) Два отверстия, имеющиеся на каждом фланце, должны быть совмещены с центральным отверстием.

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS для электродов с флюсовой сердцевинкой из углеродистой стали для дуговой сварки

(Данное приложение не является частью AWS A5.20/A5.20M:2005, *Электроды с флюсовой сердцевинкой из углеродистой стали для дуговой сварки. Технические условия*, и включено только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. Настоящее руководство предназначено служить скорее примером, нежели полным перечнем материалов и процессов, для которых пригоден каждый из электродов.

A2. Система классификации

A2.1 Классификация электродов. Используемая в технических условиях A5.20 и A5.20M система классификации электродов по большей части соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для классификации присадочных металлов. Иллюстрация данной системы приводится на рис. 1.

В документации AWS традиционно используется буква «X» (или серия из нескольких «X») в качестве общего обозначения, представляющего каждый (нефиксированный) знак в обозначении классификации или в дополнительном необязательном обозначении.

A2.2 Некоторые классы предназначены исключительно для сварки в нижней и горизонтальной позициях (например, EX0T-5C, -5M). Другие классы предназначены для сварки во всех позициях (например, EX1T-1C, -1M). Как и в случае с покрытыми электродами, электроды с флюсовой сердцевинкой с меньших диаметров применяются для сварки в случайных позициях. Электроды с флюсовой сердцевинкой диаметром более 5/64 дюйма [2,0 мм] обычно используются для выполнения горизонтальных угловых сварных швов и сварки в нижней позиции.

A2.3 В настоящих технических условиях также используются необязательные обозначения для идентификации электродов, отвечающих некоторым дополнительным требованиям, согласованных между поставщиком и покупателем. Дополнительные необязательные обозначения не являются частью системы классификации электродов.

A2.3.1 В данных технических условиях используется необязательное обозначение для диффузионного водорода (см. таблицу 8 и 8.2) для указания максимального среднего уровня, получаемого при испытании в определенных условиях, как описано в AWS A4.3. Если классификационное обозначение указывает на то, что электрод соответствует более низкому или самому низкому содержанию водорода

согласно таблице 8, это подразумевает, что данный электрод также соответствует всем более высоким пределам содержания водорода при испытаниях в соответствии с секцией 16. Пример см. в сноске «d» к таблице 8.

A2.3.2 В технических условиях A5.20/A5.20M установлены классификационные требования для многопроходных электродов с использованием испытываемого узла, как показано на рис. 3, при технологии сварки нижнего шва с тепловложением, указанным в таблице 5. Кроме того, в данные технические условия включены дополнительные необязательные обозначения «J», «D» и «Q» с целью указания соответствия дополнительным, необязательным требованиям к механическим свойствам.

A2.3.2.1 Чтобы включить в классификацию электроды, обладающие повышенной вязкостью при низких температурах, было добавлено необязательное дополнительное обозначение «J» для классов, металл шва которых выдерживает нагрузку 20 фут•(фунт-сила) при -40°F [27 Дж при -40°C). Следует помнить, что, несмотря на повышенную вязкость металла шва при проведении сварки в условиях, аналогичных условиям подготовки испытательного узла, установленным в данных технических условиях, другие параметры применения электрода, например, результат долговременной послесварочной термической обработки или вертикального восходящего движения во время сварки при увеличенной погонной энергии, могут вызывать значительные отклонения вязкости от данного повышенного уровня. Пользователи всегда должны проводить собственные испытания для проверки свойств.

A2.3.2.2 Также введены два дополнительных необязательных обозначения для электродов, которые при испытаниях с низким тепловложением и быстрым охлаждением и при испытаниях с высоким тепловложением и медленным охлаждением соответствуют классификационным требованиям радиографических испытаний, испытаний на растяжение и испытаний по Шарпи для образца с V-образным вырезом, как указано в таблице 10 (см. секцию 17). Первое дополнительное необязательное обозначение «D» указывает на соответствие указанным FEMA по сварке стальных каркасных конструкций для сейсмически опасных условий, как описано в FEMA 353. Второе из этих дополнительных необязательных обозначений «Q» указывает на соответствие определенным требованиям к сварке для судов Военно-морского флота.

А2.4 Классификация «G»

А2.4.1 В данных технических условиях указаны электроды классов E6XT-G, E6XG-GS, E7XT-G и E7XT-GS. Обозначение «G» или «GS» указывает на принадлежность присадочного металла к общему классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Назначение такой классификации заключается в предоставлении возможности классифицировать в рамках настоящих технических условий те присадочные металлы, которые в том или ином отношении (например, химический состав) отличаются от всех других классов. Целью при этом является обеспечение возможности немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два присадочных металла, имеющих одинаковое обозначение «G», могут значительно различаться по некоторым параметрам (например, по условиям применения и полярности).

А2.4.2. Указанный выше момент различия (но обязательно величина этого различия) между электродом с обозначением «G» и другим электродом того же класса, но без обозначения «G», будет ясно виден по наличию выражений «не требуется» и «не оговорено» в настоящих технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

(а) Формулировка «*Не оговорено*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет о результатах некоторого конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены.

(b) Формулировка «*Не требуется*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации электрода. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса не были установлены. Иными словами, если требование не оговорено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести электрод к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность применения конкретного изделия данного класса, ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику изделия. Покупатель должен также оговорить с поставщиком методику испытания и приемочные требования. Покупатель может выразить желание включить данную информацию, (посредством документа AWS A5.01) в заказ на поставку.

А2.5 Запрос о введении нового класса присадочного металла

А2.5.1. Если электрод металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса «G», производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой. Если производитель предпочитает использовать класс «G», Комитет по присадочным металлам и со-

путствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

А2.5.2 Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В запросе должны быть указаны, в частности, следующие сведения:

(a) Все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, требования к химическому составу, механическим свойствам и результатам испытания на условия применения.

(b) Все условия проведения испытаний, используемых для установления соответствия изделия классификационным требованиям.

(c) Информация по темам «Описание» и «Предполагаемое использование», аналогичная существующим для других классификаций, для соответствующей секции Приложения.

(d) При необходимости, предложение по нумерации ASME «F».

Без вышеуказанной информации запрос на введение нового класса будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

А2.5.3 Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(a) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса.

(b) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;

(c) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(d) подшивает оригинал запроса в дело;

(e) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

А2.5.4. Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

А2.5.5 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим

ТАБЛИЦА А1
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ ^{a, b}

ISO		AWS	
17632-A	17632-B	A5.20	A5.20M
T42 X R X	T49XT1-XXX	E7XT-1X	E49XT-1X
T4T Z R N	T49T2-XX	E7XT-2X	E49XT-2X
T4T Z V N	T49T3-XN	E7XT-3	E49XT-3
T42 Z W N	T49XT4-XNX	E7XT-4	E49XT-4
T42 X B X	T49XT5-XXX	E7XT-5X	E49XT-5X
T42 X Y N	T49XT6-XIMX	E7XT-6	E49XT-6
T42 X W N	T49XT7-XNX	E7XT-7	E49XT-7
T42 X Y N	T49XT8-XNX	E7XT-8 E7XT-9X	E49XT-8 E49XT-9X
T4T Z V N	T49T10-XN	E7XT-10	E49XT-10
T42 X W N	T49XT11-XNX	E7XT-11	E49XT-11
T42 X R X	T49XT12-XXX	E7XT-12X	E49XT-12X
T4T Z V N	T49T13-XN	E7XT-13	E49XT-13
T4T Z V N	T49T14-XN	E7XT-14	E49XT-14

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Из таблицы 2 стандарта IFS:2002
- b. Публикацию AWS IFS:2002 в электронном формате (CD-ROM) можно приобрести в отделе Международных проектных документов группы Распространения информации по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, Colorado 80112-5776. Телефоны (800) 854-7179, (303) 397-7956; факс: (303) 397-2740; Интернет: www.global.ihs.com

материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

A2.6 Международная система обозначения присадочных материалов, разработанная Международным институтом сварки (IIW), принимается во многих технических условиях ISO. В таблице А1 указаны те из них, что используются в ISO 17632. Для понимания предложенных обозначений, принятых в ISO 17632B, следует обратиться к таблице 2 Приложения к документу AWS IFS: 2002 «Указатель международных классификаций присадочного материала для сварки».

А3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, как оговорено в данном документе. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, таблица 1 стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

А4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS и классификационных обозначений на упаковке электродов или маркировка самого изделия

означает сертификацию поставщиком (или производителем) соответствия изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для материала, являющегося представительным для отгруженного материала, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая партия данного класса, имеющая одинаковый состав. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного материала могли проводиться или не проводиться. Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной «представительной выборки» и применяемая производителем Система обеспечения качества производителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01.

А5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (c) интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;

(е) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1, в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A6. Аспекты сварочных работ

A6.1 При изучении свойств металла шва, полученных в результате испытаний, которые проводились в соответствии с данными техническими условиями, следует учитывать, что в производстве, где условия и процедуры могут значительно отличаться от указанных в этих технических условиях, эти свойства могут значительно изменяться в зависимости от размера электродов, силы тока, напряжения, вида и расхода защитного газа, толщины листов, геометрии соединения, температуры предварительного нагрева и температуры между проходами, скорости перемещения, состояния поверхности, химического состава и растворения основного металла. Кроме того, эти различия могут быть как значительными, так и незначительными.

A6.2 Поскольку невозможно установить одну подробную процедуру сварки для всех изделий, входящих в определенный класс этих технических условий, производитель должен выполнить подробное описание процедуры сварки и предоставлять его пользователю по запросу. Данная информация должна включать в себя все моменты, перечисленные в п. A6.1, а также фактическое число проходов и слоев, необходимых для изготовления испытательного узла.

A6.3 При выборе электродов для выполнения сварных швов, к которым предъявляются особые требования по вязкости при низких температурах, можно руководствоваться требованиями к вязкости, установленными для различных классов электродов в этих технических условиях. Результаты испытаний на удар швов, выполненных с применением электродов одного класса, могут значительно отличаться друг от друга между испытательными узлами и даже между образцами, если не обратить особое внимание на технологию выполнения шва и подготовки испытательных образцов (включая положение и ориентацию образца относительно шва), температуру испытаний и эксплуатацию установки для испытаний.

A6.4 Прокаливаемость. В зависимости от вида применяемых электродов – с защитой газом или самоэкранирующихся, – содержание углерода в металле шва оказывает различное влияние на прокаливаемость. Для электродов с защитой газом обычно используется Mn-Si раскисление. Влияние содержания углерода на твердость аналогично влиянию многих опубликованных формул углеродного эквивалента углеродистой стали. Для защиты и раскисления при использовании большинства самоэкранирующихся электродов применяются сплавы на основе алюми-

ния. Одной из особенностей алюминия является изменение влияния углерода на прокаливаемость, которая становится ниже определяемой по содержанию углерода согласно типовым формулам углеродного эквивалента.

A7. Описание и предполагаемое использование электродов с флюсовой сердцевинной

Данные технические условия включают множество различных классов электродов с флюсовой сердцевинной. В конце обозначения каждого класса добавляется дополнительное обозначение (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, G и GS), указывающее на общую группу электродов, в состав которых входят аналогичные флюсы или сердцевинки, имеющие аналогичные свойства эксплуатационной пригодности, за исключением класса «G», в котором эксплуатационные свойства электродов внутри одного класса могут различаться.

A7.1 Классы EXXT-1C и EXXT-1M. Электроды классов EXXT-1 и EXXT-1M имеют однотипную окалину и предназначены для однопроходной и многопроходной сварки при использовании постоянного тока и положительной полярности электрода (DCEP). Электроды большего диаметра (обычно 5/64 дюйма [2,0 мм] и более) используются для сварки в нижней позиции и сварки угловых сварных швов в горизонтальной позиции. Электроды меньшего диаметра (обычно 1/16 дюйма [1,6 мм] и менее) обычно применяются для сварки во всех позициях. Эти электроды характеризуются струйным переносом, низкими потерями на разбрызгивание, плоской или слегка выпуклой формой наплавленного валика и умеренным количеством шлака, который полностью покрывает наплавленный валик. Электроды этого класса образуют шлак на рутиловой основе и обеспечивают высокую скорость наплавления.

Для классификации электродов группы EXXT-1C в качестве защитного газа используется CO₂ (AWS A5.32/A5.32M, класс SG-C). Однако для улучшения свойств дуги, особенно для сварки в случайной позиции, могут использоваться другие газовые смеси, например, смесь аргона и CO₂ (AWS A5.32/A5.32M, класс SG-AC-25 или SG-AC-20), если это рекомендовано производителем. Увеличение доли аргона в смеси аргона и CO₂ приводит к повышению содержания марганца и кремния в металле шва. Увеличение содержания марганца и кремния приводит к увеличению пределов текучести и прочности на растяжение и может повлиять на свойства сопротивления ударным нагрузкам.

Для классификации электродов группы EXXT-1M в качестве защитного газа применяется смесь, состоящая из 75-80% аргона, сбалансированного CO₂. Увеличение содержания аргона в смеси аргона и CO₂ может привести к уменьшению содержания марганца и кремния в шве, а также к потере некоторых других элементов в сварочной дуге, например хрома. Это приводит к повышению пределов текучести и прочности на растяжение и может повлиять на свойства сопротивления ударным нагрузкам.

A7.2 Классы EXXT-2С и EXXT-2М. Электроды данных классов, по существу, аналогичны электродам EXXT-1С и EXXT-1М, но обладают более высоким содержанием марганца и (или) кремния и предназначены, главным образом, для однопроходной сварки в нижней позиции и выполнения угловых сварных швов в горизонтальной позиции. Благодаря более высокому содержанию раскислителей эти электроды можно использовать для однопроходной сварки сильно окисленной или кипящей стали.

К электродам для однопроходной сварки не предъявляются требования к составу металла шва, поскольку состав неразбавленного металла шва не является показателем состава шва, выполненного однопроходным способом. При применении этих электродов обеспечиваются хорошие механические свойства сварных швов, выполненных однопроходным способом.

В случае применения электродов EXXT-2С и EXXT-2М для многопроходной сварки металл шва имеет высокие показатели содержания марганца и прочности на растяжение. Эти электроды могут использоваться для сварки основных металлов, сильно загрязненных прокатной окалиной, ржавчиной или другими инородными включениями, на которые не рассчитаны некоторые электроды классов EXXT-1С и EXXT-1М. Свойства дуги, параметры сварки и скорость наплавления при применении данных электродов одинаковы.

A7.3 Класс EXXT-3. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при положительной полярности электрода и характеризуются струйным переносом металла. Шлаковая система рассчитана на максимальные скорости сварки. Эти электроды используются для однопроходной сварки листовых металлов в нижней, горизонтальной и вертикальной (с уклоном до 20°) позициях при нисходящем движении. По причине чувствительности этих электродов к влиянию закалки основного металла обычно не рекомендуется применять их для сварки следующих соединений.

- (а) Т-образные соединения или соединения внахлест в материалах толщиной более 3/16 дюйма [5 мм].
- (б) Стыковые, торцевые или угловые соединения в материалах толщиной более 1/4 дюйма [6 мм].

Рекомендации по конкретным вопросам можно получить у производителя электродов.

A7.4 Класс EXXT-4. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при положительной полярности электрода и характеризуются крупнокапельным переносом металла. Шлаковая система рассчитана на очень высокую скорость наплавления и обеспечивает низкое содержание серы в металле шва, что делает шов максимально устойчивым к образованию горячих трещин. Эти электроды обеспечивают малое проплавление за основанием шва, что позволяет применять их в сварных соединениях с плохой подгонкой под сварку, для однопроходной и многопроходной сварки.

A7.5 Классы EXXT-5С и EXXT-5М. Электроды классов EXOT-5С и EXOT-5М используются, в первую очередь, для однопроходной и многопроходной сварки в нижней позиции и сварки угловых швов в горизонтальной позиции при постоянном токе и положительной или отрицательной полярности электрода в зависимости от рекомендаций производителя. Эти электроды характеризуются крупнокапельным переносом, незначительной выпуклостью наплавленного валика и тонким шлаком, который мо-

жет не покрывать наплавленный валик полностью. Электроды данного класса имеют известково-фторидный основной шлак. Сварные швы, выполненные электродами этих классов, обладают улучшенными свойствами сопротивления ударным нагрузкам и большой стойкостью к растрескиванию по сравнению с электродами рутилового типа. Некоторые из них при постоянном токе и отрицательной полярности электродов могут использоваться для сварки в любом положении. Однако электроды данного класса менее удобны в работе по сравнению с электродами рутилового типа.

Электроды класса EXXT-5С предназначены для применения с защитным газом CO₂ (AWS A5.32/A5.32M, класс SG-C), однако для уменьшения разбрызгивания можно по рекомендации производителя применять смеси аргон- CO₂, как и в случае с классом EXXT-1С. Увеличение содержания аргона в смеси аргона и CO₂ приводит к уменьшению содержания марганца и кремния в сварном шве, а также к потере некоторых других элементов, что увеличит предел текучести и прочность на растяжение и может повлиять на свойства сопротивления ударным нагрузкам.

Электроды класса EXXT-5М предназначены для применения защитного газа, состоящего из 75-80% аргона, сбалансированного CO₂. Использование их с газовой смесью с пониженным содержанием аргона и с CO₂ приводит к некоторому ухудшению свойств сварочной дуги, увеличению разбрызгивания и уменьшению содержания марганца, кремния и некоторых других элементов. Это приводит к уменьшению пределов текучести и прочности на растяжение и может повлиять на свойства сопротивления ударным нагрузкам.

A7.6 Класс EXXT-6. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при положительной полярности электрода и характеризуются струйным переносом металла. Шлаковая система обеспечивает хорошие ударные свойства при низких температурах, хорошее проплавление основания шва и превосходное удаление шлака даже из глубоких канавок. Эти электроды применяются для однопроходной и многопроходной сварки в нижней и горизонтальной позициях.

A7.7 Класс EXXT-7. Электроды этого класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при отрицательной полярности электрода и характеризуются мелкокапельным и струйным переносом металла. Шлаковая система рассчитана на применение электродов больших диаметров для высокой скорости наплавления в горизонтальной и нижней позициях и позволяет применять электроды меньших диаметров для сварки во всех позициях. Электроды этого класса применяются для однопроходной и многопроходной сварки и характеризуются низким содержанием серы в металле шва, что обеспечивает высокую устойчивость к растрескиванию.

A7.8 Класс EXXT-8. Электроды этого класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при отрицательной полярности электрода и характеризуются мелкокапельным или струйным переносом металла. Они применяются для сварки во всех позициях; наплавленный с их помощью металл обладает высокой ударной вязкостью при низкой температуре и высокой вязкостью разрушения. Данные электроды применяются для однопроходной и многопроходной сварки.

A7.9 Классы EXXT-9С и EXXT-9М. Для классификации электродов группы EXXT-9С в качестве защитного газа используется CO₂ (AWS

A5.32/A5.32M, класс SG-C). Однако для улучшения эксплуатационной пригодности, особенно для сварки в случайной позиции, иногда применяются смеси аргон-СО₂. Как в случае с электродами классов EXXT-1C и EXXT-1 M, повышение содержания аргона в смеси аргон-СО₂ влияет на состав и механические свойства металла, наплавленном с применением данных электродов (см. п. А7.1).

Для классификации электродов группы EXXT-9M в качестве защитного газа применяется смесь, состоящая из 75-80% аргона, сбалансированного СО₂ (AWS A5.32/A5.32M, класс SG-AC-25 или SG-AC-20). Использование этих электродов с применением в качестве защитного газа смеси аргона и СО₂ с пониженным содержанием аргона или применение СО₂ может привести к некоторому ухудшению свойств дуги и свойств сварки в случайной позиции. Кроме того, это приведет к уменьшению содержания марганца и кремния в металле, наплавленном с помощью этих электродов, как при применении электродов классов EXXT-1C и EXXT-1M (см. п. А7.1), что окажет определенное влияние на свойства металла шва.

Электроды классов EXXT-9C и EXXT-9M предназначены для однопроводной и многопроводной сварки. Электроды большего диаметра (обычно 5/64 дюйма [2,0 мм] и более) используются для сварки в нижней позиции и сварки угловых сварных швов в горизонтальной позиции. Электроды меньшего диаметра (обычно 1/16 дюйма [1,6 мм] и менее) часто применяются для сварки во всех позициях.

Свойства дуги, параметры сварки и скорость наплавления при применении электродов классов EXXT-9C и EXXT-9M аналогичны соответствующим параметрам электродов классов EXXT-1C или EXXT-1M (см. А7.1). Электроды EXXT-9C и EXXT-9M, в сущности, представляют собой электроды классов EXXT-1C и EXXT-1 M, обеспечивающие наплавление металла с повышенными ударными свойствами. Для получения швов, соответствующих требованиям радиографических испытаний, некоторые электроды данного класса требуют, чтобы соединяемые детали были относительно чистыми и не загрязненными маслом, чрезмерной ржавчиной и окалиной.

А7.10 Класс EXXT-10. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при отрицательной полярности электрода и характеризуются мелкокапельным переносом металла. Эти электроды используются для однопроводной сварки материалов любой толщины в нижней, горизонтальной и вертикальной (с уклоном до 20°) позициях при высокой скорости перемещения.

А7.11 Класс EXXT-11. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при отрицательной полярности электрода и характеризуются ровным струйным переносом металла. Они являются электродами общего назначения и предназначаются для однопроводной и многопроводной сварки во всех позициях. Обычно их не рекомендуется применять для сварки материалов, толщина которых превышает 3/4 дюйма [19 мм] в случае, если невозможно поддерживать температуру предварительного нагрева и температуру между проходами. Рекомендации по конкретным вопросам можно получить у производителя электродов.

А7.12 Классы EXXT-12C и EXXT-12M.

Электроды этих классов, в сущности, представляют собой модифицированные электроды EXXT-1C и EXXT-1M с теми же свойствами дуги, свойствами сварки и скоростью наплавления, но обеспечивающие повышенную ударную вязкость и пониженное содержание марганца в соответствии с требованиями группы A-1 Стандарта ASME по котлам и сосудам давления, секция IX. С этим связано уменьшение предела прочности на растяжение и твердости. Поскольку применяемая процедура сварки влияет на все свойства металла шва, рекомендуется проверять твердость при сварке всех швов, где максимальный уровень твердости имеет значение.

А7.13 Класс EXXT-13. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при отрицательной полярности электрода и обычно характеризуется переносом типа «короткой дуги». Шлаковая система рассчитана на применение электродов во всех позициях для прохода при заварке основания круговых швов на трубах. Данные электроды могут использоваться для сварки труб с любой толщиной стенок, однако рекомендуется применять их только для первого прохода. Обычно их не рекомендуется применять для многопроводной сварки.

А7.14 Класс EXXT-14. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются на постоянном токе при отрицательной полярности электрода и характеризуются ровным струйным переносом металла. Они предназначены для однопроводной сварки. Шлаковая система обеспечивает применение этих электродов для сварки во всех позициях на высокой скорости. Данные электроды применяются для сварки листовых металлов толщиной до 3/16 дюйма [5 мм] и часто специально предназначены для сварки оцинкованных сталей, сталей с алюминиевым и другим покрытием. По причине чувствительности этих электродов к влиянию закали основного металла обычно не рекомендуется применять их для сварки следующих соединений:

- (a) Т-образные соединения или соединения внахлест в материалах толщиной более 3/16 дюйма [5 мм].
- (b) Стыковые, торцевые или угловые соединения в материалах толщиной более 1/4 дюйма [6 мм].

Рекомендации по конкретным вопросам можно получить у производителя электродов.

А7.15 Класс EXXT-G. Этот класс включает электроды для многопроводной сварки, не входящие ни в один другой существующий в настоящее время класс. За исключением требований к химическому составу шва из углеродистой стали и пределу прочности на растяжение, требования для данного класса не устанавливаются. Применяются требования, согласованные между покупателем и поставщиком.

А7.16 Класс EXXT-GS. Этот класс включает электроды для однопроводной сварки, не входящие ни в один другой существующий в настоящее время класс. За исключением предела прочности на растяжение, требования к данному классу не устанавливаются, применяются требования, согласованные между покупателем и поставщиком.

A8. Специальные испытания

A8.1 Для определения пригодности данных электродов для сварки соединений, к которым предъявляются требования по твердости, коррозионной стойкости, механическим свойствам при высоких и низких температурах, а также пригодности для сварки разнородных металлов может потребоваться проведение дополнительных испытаний. По согласованию между покупателем и поставщиком возможно внесение в заказ на поставку дополнительных требований в соответствии с требованиями AWS A5.01.

A8.2 Испытание на содержание диффузионного водорода

A8.2.1 При сварке нелегированных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,3% или менее, а также менее прочных легированных сталей, растрескивания металла шва или зоны термического воздействия под действием водорода обычно не происходит. Тем не менее, электроды данного класса иногда используются для сварки углеродистых сталей с более высоким содержанием водорода или низколегированных высокопрочных сталей, когда растрескивание под действием водорода может представлять собой серьезную проблему.

A8.2.2 По мере увеличения прочности или твердости металла шва или зоны термического воздействия снижается концентрация диффузионного водорода, вызывающего растрескивание при определенных условиях снижения нагрузки и уменьшения погонной энергии. Обычно это растрескивание (или его следы) проявляется через несколько часов после охлаждения. Оно может проявляться в виде поперечных трещин в шве, продольных трещин (особенно в корневых валиках) и внешних трещин по границе шва или трещин под валиком в зоне термического воздействия.

A8.2.3 Поскольку фактический уровень диффузионного водорода сильно влияет на тенденцию образования трещин под его воздействием, может оказаться желательным измерить содержание диффузионного водорода, связанное с конкретным электродом. Соответственно, в настоящие технические условия включены необязательные дополнительные обозначения содержания диффузионного водорода для указания максимального среднего значения, полученного при строго определенных условиях испытания согласно стандарту AWS A4.3.

A8.2.4 Большинство электродов с флюсовой сердцевинкой наплавляют металл с содержанием диффузионного водорода менее 16 мл/ 100 г металла. По этой причине электроды с флюсовой сердцевинкой считаются низководородными. Тем не менее, некоторые их виды, имеющиеся в продаже, наплавляют металл с содержанием диффузионного водорода более 16 мл/ 100 г наплавленного металла. Поэтому в некоторых условиях применения может потребоваться использовать дополнительное необязательное обозначение по диффузионному водороду при указании класса электрода с флюсовой сердцевинкой.

A8.2.5 Атмосферные условия во время сварки должны соответствовать эталонным, поскольку дуга в случае применения электродов с флюсовой сердцевинкой (самоэкранирующихся или в среде защитного газа) подвержена влиянию атмосферного загрязнения. Влага из воздуха, помимо содержащейся в электроде, может попасть в зону дуги и в сварочную ванну, увеличивая окончательное количество диффузионного водорода. Это влияние можно

свести к минимуму, поддерживая подходящую скорость подачи газа и как можно более короткую длину дуги при сохранении ее стабильности. Опыт показывает, что влияние длины дуги незначительно при уровне H16, но может оказаться весьма значительным при уровне H4. Электрод, отвечающий требованиям H4 при испытаниях в эталонных атмосферных условиях, может не отвечать этим требованиям при сварке в условиях высокой влажности, особенно при большой длине дуги.

A8.2.6 Пользователь данной информации должен быть предупрежден о том, что условия, имеющие место на производстве, могут привести к изменению уровня диффузионного водорода по сравнению с уровнем, отраженным в обозначении. Присадочный материал является не единственным источником диффузионного водорода в процессе сварки. В реальных условиях на содержание водорода в продукте сварки могут оказать влияние следующие факторы.

(а) *Загрязнение поверхности.* Ржавчина, грунтовое покрытие, составы от разбрызгивания, грязь и жир могут повлиять на уровень диффузионного водорода в условиях реального производства. Следовательно, для стандартных испытаний на диффузионный водород при классификации присадочного материала требуется, чтобы испытательный материал был свободен от загрязнений. В стандарте AWS A4.3 описывается методика очистки испытательного материала.

(б) *Атмосферная влажность.* Сварочная дуга чувствительна к атмосферным загрязнениям при использовании как присадочного материала с защитным газом, так и с собственной защитой. Влага из воздуха, не считая влаги в присадочном материале, может попасть в дугу и, следовательно, в сварочную ванну, что повлияет на итоговое содержание диффузионного водорода. Стандарт AWS A4.3 описывает идеальные атмосферные условия, при которых переход диффузионного водорода из атмосферной влаги считается пренебрежимо малым. Влияние атмосферной влажности можно минимизировать, если поддерживать длину сварочной дуги как можно короче, насколько это возможно при сохранении ее устойчивости. При работе с электродами с флюсовой сердцевинкой длина дуги регулируется преимущественно ее напряжением. Опыт показывает, что влияние длины дуги на уровень H16 минимально, но для уровня H4 оно может быть очень существенно. Электрод, отвечающий требованиям H4 при эталонных атмосферных условиях, может показать иной результат при условии высокой влажности во время сварки, особенно при работе длинной дугой.

(с) *Защитный газ.* Пользователь должен быть предупрежден о том, что защитный газ сам по себе может оказать существенное влияние на содержание диффузионного водорода. Обычно считается, что защитные газы сортов, применяемых при сварке, имеют очень низкую температуру конденсации и очень низкий уровень примесей. Однако это не всегда так. Известны случаи, когда цилиндр с загрязненным газом вызывал существенное повышение содержания диффузионного водорода в сварном шве. Кроме того, источником диффузионного водорода при сварке может являться просачивание влаги сквозь некоторые шланги, а также ее конденсация в неиспользуемых газовых шлангах. В случае сомнений рекомендуется проверить температуру конденсации газа. В большинстве случаев удовлетворительной является температура -40°F [-40°C].

(d) *Абсорбция/адсорбция влаги.* Электроды с флюсовой сердцевинкой могут со временем абсорбировать / адсорбировать влагу, что влияет на содержание диффузионного водорода. Это свойство подробно описано для защитных экранов электродов, работающих на открытом воздухе. Влияние на содержание диффузионного водорода гидратации оксидных пленок и смазок на твердой поверхности электрода при так называемых «нормальных» условиях хранения также описано. Абсорбция / адсорбция влаги может отчасти быть значимой, если материал хранится во влажных условиях в поврежденной или вскрытой упаковке, либо если он находится без упаковки длительное время. В самом худшем случае, при высокой влажности, электрод без упаковки может существенно повысить содержание диффузионного водорода даже за одну ночь. По этой причине следует избегать неопределенных сроков хранения. Технологии хранения и транспортировки, необходимые для надежного обеспечения сохранности присадочного материала, различаются в зависимости от вида продукции даже внутри одного и того же класса. Поэтому производитель присадочного материала должен всегда консультироваться по поводу рекомендаций по методикам хранения и транспортировки. В случае если электрод подвергся воздействию воздуха, производитель должен проконсультироваться относительно вероятности ухудшения его показателей по диффузионному водороду и возможности возвращения электрода в первоначальное состояние.

(e) *Влияние параметров методики сварки.* Различия в параметрах методики сварки (т.е. силе тока, напряжении, расстоянии от наконечника до рабочей поверхности, типе защитного газа, токе и полярности, сварке одним или несколькими электродами) все могут различными способами влиять на результаты испытаний на содержание диффузионного водорода. Например, более длинное расстояние от наконечника электрода до рабочей поверхности вызывает большее предварительное нагревание электрода, что приведет к удалению части содержащих водород веществ (влаги, смазки и т.д.) до того, как они достигнут дуги. Следовательно, в результате увеличения расстояния между наконечником электрода и поверхностью содержание диффузионного водорода может уменьшиться. Тем не менее, слишком длинное расстояние при сварке с применением внешнего защитного газа может вызвать некоторое ухудшение качества защиты, если наконечник не углублен соответствующим образом в газовую манжету. При снижении защиты в дугу может попасть больше воздуха, и произойдет повышение содержания диффузионного водорода. Кроме того, это может вызвать пористость вследствие захвата водорода.

Поскольку параметры методики сварки могут существенно влиять на результаты испытаний на содержание диффузионного водорода, не следует ожидать, что электрод, соответствующий, например, требованиям H4 при условиях классификационного испытания, будет постоянно показывать тот же уровень при любых условиях сварки. На практике, при выборе присадочного материала и утверждении методики сварки следует ожидать и предвидеть некоторые отклонения.

A8.2.7 Как указано в п. A8.2.6(e), параметры и методики сварки с использованием электродов с флюсовой сердцевинкой влияют на получаемые результаты испытаний на содержание диффузионного водорода. С целью отражения этого факта, Подкомитет AWS A5M по электродам с флюсовой сердцевинкой

из углеродистой и низколегированной стали для дуговой сварки ввел в методику сертификационных испытаний требования к проведению испытания на содержание диффузионного водорода при определении соответствия электрода требованиям дополнительного необязательного обозначения, как показано в таблице 8. См. секцию 16.

A8.2.8 Не все классы электродов с флюсовой сердцевинкой производятся в классах по содержанию диффузионного водорода H16, H8 или H4. По вопросам соответствия конкретных электродов определенным классам следует обращаться к производителю.

A8.3 Старение образцов для испытаний на растяжение. После выполнения шва, металл может в течение некоторого времени содержать значительное количество водорода. Большая часть этого водорода постепенно улетучивается со временем. Этот процесс может продолжаться от нескольких недель при комнатной температуре до нескольких часов при повышенной температуре. В результате изменения содержания водорода пластичность металла шва увеличивается до характерного для этого металла значения, в то время как предел текучести, предел прочности на растяжение и ударная вязкость практически не изменяются. В соответствии с данными техническими условиями A5.20 и A5.20M допускается старение образцов для испытаний на растяжение при повышенной температуре, не превышающей 220°F [105°C] в течение не более 48 часов, и охлаждение их до комнатной температуры перед проведением собственно испытаний на растяжение. Целью такой обработки является ускорение удаления водорода из испытательного образца для сведения к минимуму несоответствий в ходе испытаний.

Операция старения иногда используется для наплавов, выполненных электродами с низким содержанием водорода, особенно при испытаниях высокопрочных наплавов. Необходимо иметь в виду, что при проведении операции старения может потребоваться выдержка испытательных образцов при комнатной температуре в течение нескольких дней или выдержка при высоких температурах в течение более короткого времени. В связи с этим пользователям настоятельно рекомендуется использовать адекватную температуру предварительного нагрева и температуру между проходами, чтобы избежать вредного влияния водорода в промышленных сварных швах.

A9. Общая информация по технике безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ: Вопросы безопасности и охраны здоровья выходят за рамки данного стандарта и поэтому не рассматриваются в нем. Некоторая информация о безопасности и охране здоровья содержится в других источниках, включая следующие (но не ограничиваясь ими): таблицы данных по безопасности и здоровью, перечисленные в A9.2, ANSI Z49.1, а также федеральные и местные законы.

A9.1 Таблицы данных по безопасности и здоровью.

Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные ниже, изданы AWS. Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. таблицы данных по безопасности и здоровью периодически изменяются и к ним добавляются новые данные.

A9.2 Указатель по таблицам данных по безопасности и здоровью (SHF)

№	Заголовок
1.	Пары и газы
2.	Радиация
3.	Шум
4.	Сварочные пары хрома и никеля
5.	Угроза электрического шока
6.	Предотвращение пожаров и взрывов
7.	Защита от ожогов
8.	Защита от механических повреждений
9.	Предотвращение падений
10.	Падающие объекты
11.	Ограниченное пространство
12.	Ношение контактных линз
13.	Эргономичность сварочного оборудования
14.	Графические символы на предупредительных знаках
15.	Руководство по оформлению документов по здоровью и безопасности
16.	Регуляторы скорости и сварка
17.	Электрические и магнитные поля
18.	Отключение питания и вывешивание предупреждающих ярлыков
19.	Лазерная сварка и безопасность при резке
20.	Безопасность при термическом напылении
21.	Точечная контактная сварка
22.	Выход кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23.	Калифорнийское предложение 65
24.	Флюсы для дуговой сварки и пайки
25.	Отравление парами металла и газами
27.	Электроды из торированного вольфрама
29.	Заземление переносных и смонтированных на базовой машине генераторов сварки

A10. Отмененные классы электродов.

Классы E60T-7 и E60T-8 отменены и заменены на E7XT-7 и E7XT-8 соответственно.

ГОЛЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ ДЛЯ НАПЛАВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.21



(Идентичны техническим условиям AWS A5.21:2001. В спорных случаях используется исходный вариант.)

1. Область применения

1.1. Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации голых электродов и сварочных прутков для наплавления поверхностей. Данные технические условия не содержат классификации комбинаций «электрод-флюс» для дуговой сварки под флюсом.

1.2. Вопросы безопасности и охраны здоровья не входят в область описания данного стандарта и, соответственно, раскрываются здесь не в полной мере. Некоторые сведения относительно безопасности и охраны здоровья можно найти в Приложении, секции A5 и A9. Информацию по вопросам безопасности и охраны здоровья можно получить из других источников, например (но не исключительно) из ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, а также из соответствующих федеральных и местных законов.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Ссылки на нормативные документы

2.1. В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты AWS¹:

AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*;

ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

2.2. В обязательных разделах данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ASTM²

ASTM E 29, *Результаты испытаний. Практика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*;

ASTM A 36/A 36M *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия*;

ASTM B 214, *Методика ситового анализа гранулированного металлического порошка*;

ASTM A 285/A 285M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности на растяжение. Технические условия*;

ASTM DS-56/SAE HS-1086, *Унифицированная система числового обозначения для металлов и сплавов*.

3. Классификация

3.1. Электроды и прутки для наплавления поверхности, на которые распространяются данные технические условия, классифицируются следующим образом:

3.1.1 Сплошные электроды и прутки для наплавления поверхности классифицируются на основании химического состава материала непосредственно после изготовления (или заготовки, из которой они были изготовлены) (см. таблицы 1, 2 и 4).

3.1.2 Композиционные электроды и прутки с металлической сердцевиной и с флюсовой сердцевиной (трубчатые) для наплавления поверхности, за исключением прутков из карбида вольфрама, классифицируются на основании химического состава чистого металла сварного шва, как указано в таблицах 1, 3 и 4.

3.1.3. Трубчатые прутки из карбида вольфрама для наплавления поверхности классифицируются на основании диапазона размеров, количества и состава зерен карбида вольфрама, как указано в таблицах 5 и 6.

3.2. Отнесенные к одному классу материалы не должны классифицироваться под другим обозначением в настоящих технических условиях.

4. Приемка

Приемка³ сварочных электродов и присадочных прутков должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

¹ Стандарты AWS можно приобрести в отделе Международных проектных документов группы Распространения информации, по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776. Телефон (800) 854-7179, (303) 397-7956; факс (303) 397-2740; Интернет-сайт: www.glo-bal.ihs.com.

² Стандарты ASTM можно приобрести в Американском обществе испытаний и материалов, по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

³ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3, "Приемка" (в Приложении), и в AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

ТАБЛИЦА 1
ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА, СПЛОШНЫЕ И С СЕРДЦЕВИНОЙ - ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ^а

Классификация AWS ^f	Ссылка на Приложение A	Номера UNS ^g		Состав, весовые проценты ^{b,c,d,e}								Другие элементы, Всего ^h	
		Сплошные	С сердцевинной	C	Mn	Si	Cr	Mi	Mo	V	W		Fe
ERFe-1	A7.1.1	T74000	W74030	0,04-0,20	0,5-2,0	1,0	0,5-3,5	-	1,5	-	-	Ост.	1,0
ERFe-1A	A7.1.1	T74001	W74031	0,05-0,25	1,7-3,5	1,0	0,5-3,5	-	-	-	-	Ост.	1,0
ERFe-2	A7.1.1	T74002	W74032	0,10-0,30	0,5-2,0	1,0	1,8-3,8	1,0	1,0	0,35	-	Ост.	1,0
ERFe-3	A7.1.2	T74003	W74033	0,50-0,80	0,5-1,5	1,0	4,0-8,0	-	1,0	-	-	Ост.	1,0
ERFe-5	A7.1.3	T74005	W74035	0,50-0,80	1,5-2,5	0,9	1,5-3,0	-	-	-	-	Ост.	1,0
ERFe-6	A7.1.4	T75006	W77530	0,6-1,0	0,4-1,0	1,0	3,0-5,0	-	7,0-9,5	0,5-1,5	0,5-1,5	Ост.	1,0
ERFe-8	A7.1.5	T75008	W77538	0,30-0,60	1,0-2,0	1,0	4,0-8,0	-	1,0-2,0	0,50	1,0-2,0	Ост.	1,0
ERFeMn-C	A7.1.6	-	W79230	0,5-1,0	12-16	1,3	2,5-5,0	2,5-5,0	-	-	-	Ост.	1,0
ERFeMn-F	A7.1.6	-	W79630	0,7-1,1	16-22	1,3	2,5-5,0	1,0	-	-	-	Ост.	1,0
ERFeMn-G	A7.1.6	-	W79231	0,5-1,0	12-16	1,3	2,5-5,0	1,0	-	-	-	Ост.	1,0
ERFeMn-H	A7.1.6	-	W79232	0,30-0,80	12-16	1,3	4,5-7,5	2,0	-	-	-	Ост.	1,0
ERFeMnCr	A7.1.7	-	W79730	0,25-0,75	12-18	1,3	11-16	2,0	2,0	-	-	Ост.	1,0
ERFeCr-A	A7.1.8	-	W74531	1,5-3,5	0,5-1,5	2,0	8,0-14,0	-	1,0	-	-	Ост.	1,0
ERFeCr-A1A	A7.1.9	-	W74530	3,5-5,5	4,0-6,0	0,5-2,0	20-25	-	0,50	-	-	Ост.	1,0
ERFeCr-A3A	A7.1.10	-	W74533	2,5-3,5	1,5-3,5	0,5-2,0	14-20	-	-	-	-	Ост.	1,0
ERFeCr-A4	A7.1.9	-	W74534	3,5-4,5	1,5-3,5	1,5	23-29	-	1,0-3,0	-	-	Ост.	1,0
ERFeCr-A5	A7.1.11	-	W74535	1,5-2,5	0,5-1,5	2,0	24-32	4,0	4,0	-	-	Ост.	1,0
ERFeCr-A9	A7.1.12	-	W74539	3,5-5,0	0,5-1,5	2,5	24-30	-	-	-	-	Ост.	1,0
ERFeCr-A10	A7.1.13	-	W74540	5,0-7,0	0,5-2,5	1,5	20-25	-	-	-	-	Ост.	1,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а) Композиционные электроды на основе железа с покрытием, которые были включены в AWS A5.21-80, *Голые электроды и прутки для наплавления поверхности. Технические условия*, удалены. Теперь они описываются в стандарте AWS A5.13:2000, *Электроды для наплавления поверхности для дуговой сварки металлическим покрытым электродом. Технические условия*.
- б) Единственное значение соответствует максимальному. Ост. = Остаток.
- с) Электроды и прутки должны анализироваться на содержание конкретных элементов, значения для которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, чтобы убедиться, что их общее содержание не превышает предельного значения, указанного в последнем столбце «Другие элементы. Всего» в данной таблице.
- д) Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,035%, по каждому из этих элементов.
- е) В случае сплошных электродов и прутков, химическим составом является состав самого электрода или заготовки, из которой он сделан. В случае электродов с металлической сердцевинной или флюсовой сердцевинной, химическим составом является состав металла шва, полученного в соответствии с п. 9.3 или 9.4.
- ф) В случае композиционных (трубчатых) электродов и прутков с металлической сердцевинной или с флюсовой сердцевинной, следует вставить букву «С» в классификационное обозначение сразу же после буквы «R.»
- г) ASTM DS-56/SAE HS-1086 *Унифицированная система числового обозначения для металлов и сплавов*.
- h) Содержание алюминия и магния в металле, наплавленном с помощью самоэлектрирующихся электродов, не должно включаться в значение, указываемое в колонке «Другие элементы, Всего.»

ТАБЛИЦА 2
ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ, СПЛОШНЫЕ, ГОЛЫЕ - ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

Классификация AWS	Ссылка на Приложение А	Номер UNS ^d	Состав, весовые проценты ^{a,b,c}											Другие элементы, Всего
			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Co	B	V	
ERCoCr-A	A7.2.1	R30006	0,9-1,4	1,0	2,0	26-32	3,0	1,0	3,0	3,0-6,0	Ост.	-	-	0,50
ERCoCr-B	A7.2.2	R30012	1,2-1,7	1,0	2,0	26-32	3,0	1,0	3,0	7,0-9,5	Ост.	-	-	0,50
ERCoCr-C	A7.2.3	R30001	2,0-3,0	1,0	2,0	26-33	3,0	1,0	3,0	11,0-14,0	Ост.	-	-	0,50
ERCoCr-E	A7.2.4	R30021	0,15-0,45	1,5	1,5	25-30	1,5-4,0	4,5-7,0	3,0	0,50	Ост.	-	-	0,50
ERCoCr-F	A7.2.5	R30002	1,5-2,0	1,0	1,5	24-27	21-24	1,0	3,0	11-13	Ост.	-	-	0,50
ERCoCr-G	A7.2.6	R30014	3,0-4,0	1,0	2,0	24-30	4,0	1,0	3,0	12-16	Ост.			0,50
ERNiCr-A	A7.3.1	N99644	0,20-0,60	-	1,2-4,0	6,5-14,0	Ост. е		1,0-3,5			1,5-3,0	-	0,50
ERNiCr-B	A7.3.1	N99645	0,30-0,80	-	3,0-5,0	9,5-16,0	Ост. е	-	2,0-5,0	-	-	2,0-4,0	-	0,50
ERNiCr-C	A7.3.1	N99646	0,50-1,00	-	3,5-5,5	12-18	Ост. е	-	3,0-5,5	-	-	2,5-4,5	-	0,50
ERNiCr-D	A7.3.4	N99647	0,6-1,1	-	4,0-6,6	8,0-12,0	Ост. е	-	1,0-5,0	1,0-3,0	0,10	0,35-0,60	-	0,50
463 ERNiCr-E	A7.3.4	N99648	0,1-0,5	-	5,5-8,0	15-20	Ост. е	-	3,5-7,5	0,5-1,5	0,10	0,7-1,4	-	Sn = 0,5-0,9
														Другие = 0,50
														0,40
ERNiCrMo-5A	A7.3.2	N10006	0,12	1,0	1,0	14-18	Ост. е	14-18	4,0-7,0	3,0-5,0				0,50
ERNiCrFeCo	A7.3.3	F46100	2,5-3,0	1,0	0,6-1,5	25-30	10-33	7-10	20-25	2,0-4,0	10-15	-	-	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

а) Единственное значение соответствует максимальному. Ост. = Остаток.

б) Электроды и прутки должны анализироваться на содержание конкретных элементов, значения для которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, чтобы убедиться, что их общее содержание не превышает предельного значения, указанного в последнем столбце «Другие элементы. Всего» в данной таблице.

с) Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,03%, по каждому из этих элементов.

д) ASTM/SAE Унифицированная система числового обозначения для металлов и сплавов.

е) Включает несущественную добавку кобальта.

ТАБЛИЦА 3
ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ, КОМПОЗИЦИОННЫЕ, С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ И С ФЛЮСОВОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ, ГОЛЫЕ, - ТРЕБОВАНИЯ
К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

Состав, весовые проценты ^{a,b,c}														
Классификация AWS ^d	Ссылка на Приложение A	Номер UNS ^e	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Fe	W	Co	B	V	Другие элементы, Всего
ERCCoCr-A	A7.2.1	W73036	0,7-1,4	2,0	2,0	25-32	3,0	1,0	5,0	3,0-6,0	Ост.	-	-	1,0
ERCCoCr-B	A7.2.2	W73042	1,2-2,0	2,0	2,0	25-32	3,0	1,0	5,0	7-10	Ост.	-	-	1,0
ERCCoCr-C	A7.2.3	W73031	2,0-3,0	2,0	2,0	25-33	3,0	1,0	5,0	11-14	Ост.	-	-	1,0
ERCCoCr-E	A7.2.4	W73041	0,15-0,40	2,0	1,5	25-30	1,5-4,0	4,5-7,0	5,0	0,50	Ост.	-	-	1,0
ERCCoCr-G	A7.2.6	W73032	3,0-4,0	1,0	2,0	24-30	4,0	1,0	5,0	12-16	Ост.	-	-	1,0
ERCNiCr-A	A7.3.1	W89634	0,20-0,60	-	1,2-4,0	6,5-14,0	Ост. f	-	1,0-3,5	-	-	1,5-3,0	-	1,0
ERCNiCr-B	A7.3.1	W89635	0,30-0,80	-	3,0-5,0	9,5-16,0	Ост. f	-	2,0-5,0	-	-	2,0-4,0	-	1,0
ERCNiCr-C	A7.3.1	W89636	0,50-1,00	-	3,0-5,5	12-18	Ост. f	-	3,0-5,5	-	-	2,5-4,5	-	1,0
ERCNiCrMo-5A	A7.3.2	W80036	0,12	1,0	2,0	14-18	Ост. f	14-18	4,0-7,0	3,0-5,0	-	-	0,40	1,0
ERCNiCrFeCo	A7.3.3	W83032	2,2-3,0	1,0	2,0	25-30	10-33	7-10	20-25	2,0-4,0	10-15	-	-	1,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

a) Единственное значение соответствует максимальному. Ост. = Остаток.

b) Электроды и прутки должны анализироваться на содержание конкретных элементов, значения, для которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, чтобы убедиться, что их общее содержание не превышает предельного значения, указанного в последнем столбце «Другие элементы. Всего» в данной таблице.

c) Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,03%, по каждому из этих элементов.

d) Обозначение «С» указывает на то, что электрод или прутки является композиционным (трубчатым) изделием с металлической сердцевинной или с флюсовой сердцевинной.

e) ASTM/SAE Унифицированная система числового обозначения для металлов и сплавов.

f) Включает незначительную добавку кобальта.

ТАБЛИЦА 4
ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ НА ОСНОВЕ МЕДИ, СПЛОШНЫЕ И С СЕРДЦЕВИНОЙ - ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ

Классификация AWS ^d	Ссылка на Приложение А	Номера UNS ^e		Состав, весовые проценты ^{a,b,c}									Другие эле- менты. Всего ^f
		Сплошные	С сердцевиной	Fe	Cu	Al	Zn	Si	Pb	Sn	P	Mn	
ERCuAl-A2 ^g	A7.4.1.1	C61800	W60618	0,5-1,5	Ост.	8,5-11,0	0,02	0,10	0,02	-	-	-	0,50
ERCuAl-A3 ^g	A7.4.1.2	C62400	W60624	2,0-4,5	Ост.	10,0-11,5	0,10	0,10	0,02	-	-	-	0,50
ERCuAl-C	A7.4.1.3	C62580	W60626	3,0-5,0	Ост.	12-13	0,02	0,04	0,02	-	-	-	0,50
ERCuAl-D	A7.4.1.3	C62581	W61626	3,0-5,0	Ост.	13-14	0,02	0,04	0,02	-	-	-	0,50
ERCuAl-E	A7.4.1.3	C62582	W62626	3,0-5,0	Ост.	14-15	0,02	0,04	0,02	-	-	-	0,50
ERCuSi-A ^g	A7.4.1.4	C65600	W60657	0,50	Ост.	0,01	1,0	2,8-4,0	0,02	1,0	-	1,5	0,50
ERCuSn-A ^g	A7.4.1.5	C51800	W60518	-	Ост.	0,01	-	-	0,02	4,0-6,0	0,10-0,35	-	0,50
ERCuSn-D	A7.4.1.5	C52400	W60524	-	88,5 мин.	0,01	-	-	0,05	9,0-11,0	0,10-0,35	-	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

а) Единственное значение соответствует максимальному, если иное не указано особо. Ост. = Остаток.

б) Электроды и прутки должны анализироваться на содержание конкретных элементов, значения для которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, чтобы убедиться, что их общее содержание не превышает предельного значения, указанного в последнем столбце «Другие элементы. Всего» в данной таблице.

в) В случае сплошных электродов и прутков, химическим составом является состав самого электрода или заготовки, из которой он сделан.

г) В случае композиционных (трубчатых) электродов и проволоки с металлической сердцевиной или с флюсовой сердцевиной, следует вставить букву «С» в классификационное обозначение сразу же после буквы «R».

е) ASTM/SAE Унифицированная система числового обозначения для металлов и сплавов.

ф) Содержание серы и фосфора не должно превышать 0,015%, по каждому из этих элементов.

г) Эти классы AWS введены, чтобы имело место соответствие таким же классам стандарта AWS A5.7, *Голые сварочные электроды и прутки из меди и медных сплавов. Технические условия*. Ввиду возможных пересмотров стандартов в будущем, диапазоны химического состава могут оказаться неидентичными.

ТАБЛИЦА 5
РАЗМЕР ЯЧЕЕК СИТА И КОЛИЧЕСТВО ЗЕРЕН КАРБИДА ВОЛЬФРАМА (WC) В СЕРДЦЕВИНЕ ГОЛЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА

Классификация AWS ^{a,b,c}	Номер сита по стандарту США для зерен карбида вольфрама ^d	Количество зерен карбида вольфрама (WC1 + WC2), весовые проценты ^e	Эквиваленты системы СИ	
			Номер сита по стандарту США	Раскрыв, мм
(ER/R)WCX-12/30	просев 12 отсева 30	60	12	1,70
(ER/R)WCX-20/30	просев 20 отсева 30	60	20	0,85
(ER/R)WCX-30/40	просев 30 отсева 40	60	30	0,6
(ER/R)WCX-40	просев 40	60	40	0,43
(ER/R)WCX-40/120	просев 40 отсева 120	60	120	0,13

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Символом «X» обозначен тип зерен карбида вольфрама; X = 1 для зерен WC1, X = 2 для зерен WC2, X = 3 для смеси зерен WC1 и WC2.

b. Буква C, обычно присутствующая в обозначениях композиционных изделий, может быть опущена для этих классов, поскольку электроды и прутки из карбида вольфрама являются композиционными в любом случае.

c. См. п. A7.5 в Приложении A.

d. Размер ячеек сита для зерен карбида вольфрама может отличаться от вышеуказанных значений, при условии что остаток зерен на пропускающем сите не превышает 5,0%, а количество зерен, прошедших сквозь задерживающее сито, не превышает 20,0%

e. Указанные значения имеют допуск +2,0%, -1,5%.

ТАБЛИЦА 6
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРЕН КАРБИДА ВОЛЬФРАМА

Элемент	Состав, весовые проценты ^a		
	WC1	WC2	WC3
C	3,6-4,2	6,0-6,2	
Si	0,3	0,3	
Ni	0,3	0,3	
Mo	0,6	0,6	По согласованию между покупателем и поставщиком
Co	0,3	0,3	
W	94,0 мин.	91,5 мин.	
Fe	1,0	1,0	
Th	0,01	0,01	

ПРИМЕЧАНИЕ:

a. Единичное значение является максимальным, если иное не указано особо.

5. Сертификация⁴

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.

6. Единицы измерения и правила округления

6.1. Единицы измерения, принятые в США, являются стандартными для данных технических условий. Единицы СИ приведены как эквивалентные единицам измерения, принятым в США. Стандартные величины и размеры в двух системах единиц не являются идентичными, поэтому стандартный размер или величина в единицах одной системы после преобразования не всегда совпадает

со стандартным размером или величиной в другой системе. Однако приемлемое преобразование стандартных размеров из одной системы в другую можно осуществлять, если применять соответствующие допуски в каждом конкретном случае.

6.2. Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение следует округлять с точностью до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29, *Результаты испытаний. Практика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ**7. Обзор испытаний**

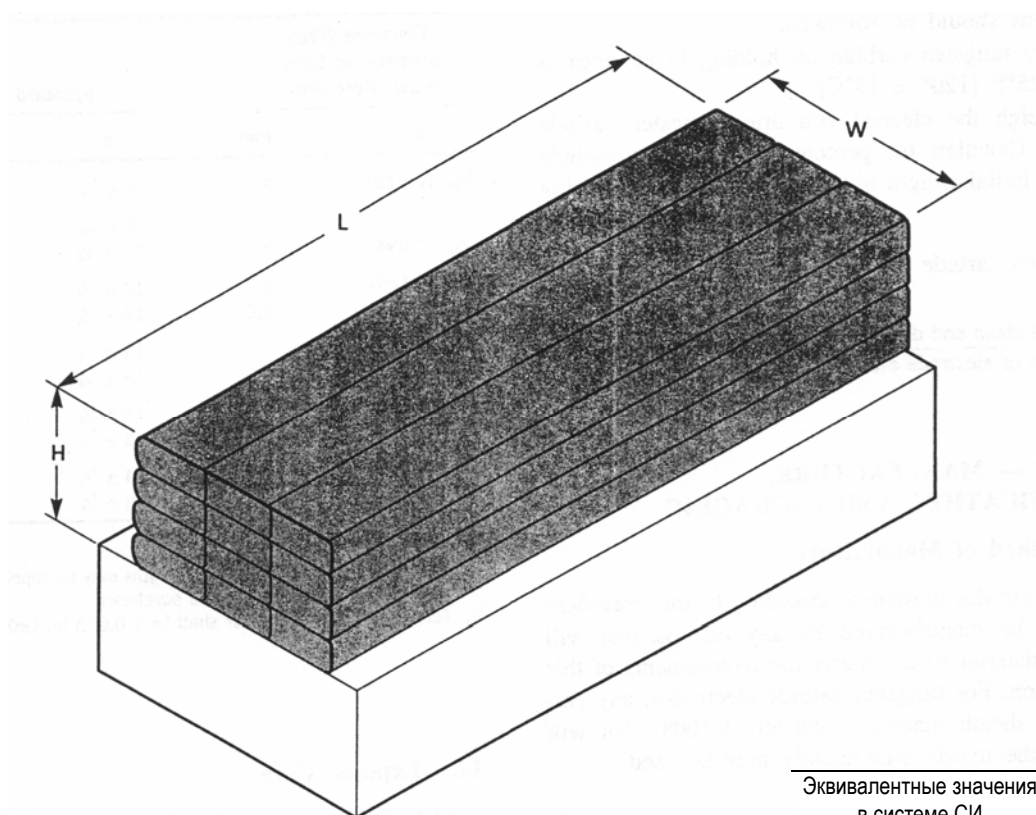
7.1 Сплошные электроды или прутки. Химический анализ состава присадочного металла (или заготовки, из которой он изготовлен) является единственным испытанием, требуемым для классификации изделия в соответствии с данными техническими условиями.

7.2. Композиционные (трубчатые) электроды и прутки с металлической сердцевиной и флюсовой сердцевиной

7.2.1. Анализ химического состава неразбавленного металла наплавки, как показанного на рис. 1, или сплавленного образца, по согласованию между поставщиком и покупателем, является единственным

⁴ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4, "Сертификация" (в Приложении).

РИС. 1. НАПЛАВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ШВА



Размер электрода дюймы	Размер наплавки дюймы, минимум
0,045	L = 2
0,052	W = 1/2
1/16 (0,062)	H = 1/2
5/64 (0,078)	L = 3
3/32 (0,094)	W = 1/2
7/64 (0,109)	H = 5/8
0,120	
1/8 (0,125)	L = 3
5/32 (0,156)	W = 1/2
3/16 (0,188)	H = 3/4
1/4 (0,250)	
5/16 (0,312)	

Эквивалентные значения в системе СИ	
дюймы	мм
0,045	1,2
0,052	1,3
1/16	1,6
5/64	2,0
3/32	2,4
7/64	2,8
0,120	3,0
1/8	3,2
5/32	4,0
3/16	4,8
1/4	6,4
5/16	8,0
1/2	13
5/8	16
3/4	19
2	50
3	76

испытанием, которое требуется для классификации. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки, описанный в п.9.4.

7.3 Прутки из карбида вольфрама

7.3.1 Необходимо определить количество, размер и распределение зерен карбида вольфрама (см. табл. 5). Ситовой анализ должен проводиться в соответствии с рекомендациями ASTM В 214, *Методика ситового анализа гранулированного металлического порошка*.

7.3.2 Необходимо определить химический состав зерен карбида вольфрама (см. таблицу 6).

8. Повторное испытание

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального испытательного узла или детали, либо из одного или разных новых узлов или деталей. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данной классификации.

В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла или испытательных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9. Требования к химическому составу

9.1 Необходимость изготовления наплавки или слитка неразбавленного металла сварного шва определяется на основании того, является ли электрод или прутки сплошным или композиционным, как указано в следующих параграфах.

9.2. В случае сплошных тянутых голых электродов и прутков для наплавки поверхности требования основываются на химическом составе материала непосредственно после изготовления, или материала заготовки, из которой выполнены электроды. В случае литых голых электродов или прутков для наплавки поверхностей требования должны основываться только на химическом составе материала непосредственно после изготовления. При анализе сплошного присадочного металла на содержание элементов, присутствующих в покрытии (например, на омеднение), покрытие удалять не следует. При анализе электрода на элементы, отсутствующие в покрытии, оно должно быть удалено, если его наличие может повлиять на результаты такого анализа. Анализ прутковых заготовок в отношении элементов, отсутствующих в покрытии, можно провести до нанесения покрытия.

9.3.В случае композиционных электродов или прутков с металлической сердцевиной, отличных от прутков из карбида вольфрама (см. п.9.7), образцы для анализа химического состава можно получать любым согласованным между покупателем и поставщиком способом, обеспечивающим получение неразбавленного металла шва, либо из наплавки (Рис. 1), выполненной с помощью сварочного процесса, для которого этот электрод предназначен. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки, описанный в п.9.4.

9.3.1 В случае композиционных электродов и прутков с флюсовой сердцевиной, включая самоэкранирующиеся электроды, образец для анализа химического состава должен быть отобран из неразбавленного металла наплавки (см. рис. 1), полученной с помощью сварочного процесса, для которого предназначен этот электрод.

9.4 Размеры законченной наплавки должны быть такими, как показано на рис. 1, для каждого размера электрода. Испытание должно проводиться так, как указано в п. 9.5.

9.4.1 Испытательный узел с наплавкой следует выполнять в нижней позиции в условиях, указанных производителем.

9.4.2 Основной металл должен соответствовать одним из следующих технических условий или эквивалентным документам:

9.4.2.1 ASTM A 285/A 285M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности на растяжение. Технические условия*. Марка А.

9.4.2.2 ASTM A 36/A 36M *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия*.

9.5 Образец для анализа можно отбирать из сплошного электрода или прутка непосредственно после изготовления, или из заготовки сырья, из которого он тянут, или из слитка неразбавленного металла, или из неразбавленного участка наплавки, расположенного полностью в верхнем слое наплавки. Образец можно отбирать любым удобным способом. Для облегчения процедуры вырезания образцов можно применять послесварочную термообработку. Химический анализ можно проводить любым подходящим методом, согласованным между производителем и покупателем. Арбитражным методом считается метод, предписанный для определяемого элемента стандартами Американского общества по испытанию материалов (ASTM).

9.6 Результаты этого анализа должны удовлетворять требованиям одной из таблиц 1, 2, 3 или 4, для класса голых электродов или прутков для наплавки поверхности, подвергаемых испытаниям.

9.7. Прутки из карбида вольфрама

9.7.1 Процентное содержание (по массе) зерен карбида вольфрама, как это указано в таблице 5, следует определять следующим образом:

(a) Записать вес образца сварочного электрода или прутка из карбида вольфрама, округлив его до десятых долей грамма.

(b) Извлечь карбид вольфрама из трубки и очистить его посредством промывки водой и, по мере необходимости, обработки раствором соляной кислоты в пропорции 1-1, для того чтобы удалить остатки флюса, железного порошка, графита и пр. При необходимости можно нагреть соляную кислоту. Обработка литого карбида вольфрама горячим или

холодным раствором соляной кислоты в пропорции 1-1 должна продолжаться не менее часа. При работе с любой кислотой необходимо соблюдать соответствующие меры безопасности.

(с) Тщательно промыть и прополоскать водопроводной водой.

(d) Высушить частицы карбида вольфрама, выдержав их в печи при температуре $250^{\circ} \pm 25^{\circ}\text{F}$ [$120^{\circ} \pm 15^{\circ}\text{C}$] в течение, как минимум, одного часа.

(e) Взвесить очищенные и высушенные зерна карбида вольфрама и рассчитайте процентное содержание карбида вольфрама в начальном весе трубчатого электрода. См. формулу, приведенную ниже:

содержание зерен карбида вольфрама в % =

$$\frac{\text{вес чистых и сухих зерен карбида вольфрама}}{\text{вес образца голого электрода или прутка}} \times 100$$

9.7.2 Химический состав зерен карбида вольфрама должен удовлетворять требованиям, указанным в таблице 6. Химический анализ можно проводить любым подходящим методом, согласованным между поставщиком и покупателем. Зерна карбида вольфрама для химического анализа не должны иметь загрязнений поверхности.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И УПАКОВКА

10. Способ изготовления

Электроды и присадочные прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым методом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий. В случае прутков из карбида вольфрама может использоваться любая защитная оболочка из углеродистой стали, которая не приводит к существенному изменению основы наплавки.

11. Стандартные размеры и длины

Стандартные размеры электродов и прутков должны быть такими, как показано в таблицах 7, 8 и 9. Стандартный размер относится к номинальному диаметру электрода или прутка. Нестандартные диаметры и длины сварочных электродов и прутков должны быть такими, как согласовано между покупателем и производителем.

12. Чистовая обработка и однородность

12.1 Все электроды и присадочные прутки должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин [за исключением продольного соединения композиционных (трубчатых) электродов или прутков с металлической сердцевинной или с флюсовой сердцевинной] и инородных включений, которые могли бы отрицательно повлиять на сварочные свойства, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

12.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из материала одной плавки или партии, а сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ГОЛЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ СПЛОШНОЙ ТЯНУТОЙ ИЛИ КОМПОЗИЦИОННОЙ (ТРУБЧАТОЙ) ПРОВОЛОКИ ^{a,b}

Диаметр		Допуск	
дюймы	мм	дюймы	мм
0,045	1,2	$\pm 0,002$	$\pm 0,05$
0,052	1,3	$\pm 0,002$	$\pm 0,05$
1/16 (0,062)	1,6	$\pm 0,002$	$\pm 0,05$
5/64 (0,078)	2,0	$\pm 0,003$	$\pm 0,08$
3/32 (0,094)	2,4	$\pm 0,003$	$\pm 0,08$
7/64 (0,109)	2,8	$\pm 0,003$	$\pm 0,08$
0,120	3,0	$\pm 0,003$	$\pm 0,08$
1/8 (0,125)	3,2	$\pm 0,005$	$\pm 0,13$
5/32 (0,156)	4,0	$\pm 0,005$	$\pm 0,13$
3/16 (0,188)	4,8	$\pm 0,005$	$\pm 0,13$
1/4 (0,250)	6,4	$\pm 0,005$	$\pm 0,13$
5/16 (0,312)	7,9	$\pm 0,005$	$\pm 0,13$

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. По согласованию между производителем и покупателем могут поставляться электроды других диаметров.

b. По согласованию между производителем и покупателем могут поставляться электроды и прутки разной длины.

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЛИТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ^{a,b}

Номинальный диаметр		Допуск	
дюймы	мм	дюймы	мм
3/32 (0,094)	2,4	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
1/8 (0,125)	3,2	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
5/32 (0,156)	4,0	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
3/16 (0,188)	4,8	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
1/4 (0,250)	6,4	$\pm 0,03$	$\pm 0,8$
5/16 (0,312)	7,9	$\pm 0,03$	$\pm 0,8$

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. По согласованию между производителем и покупателем могут поставляться электроды или прутки других диаметров.

b. По согласованию между производителем и покупателем могут поставляться электроды и прутки разной длины.

12.3 Компоненты композиционных (трубчатых) электродов или прутков с металлической сердцевинной и с флюсовой сердцевинной должны быть достаточно равномерно распределены по длине электрода, чтобы не оказывать отрицательного влияния на рабочие характеристики электрода или свойства металла шва.

12.4. Подходящее защитное покрытие может быть нанесено на любое изделие указанный в данных технических условиях. В качестве покрытия для металла любого класса может использоваться медь.

13. Стандартные формы упаковки

13.1 Стандартными являются следующие формы упаковки: прямые отрезки, бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры

ТАБЛИЦА 9
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ПРУТКОВ ИЗ КАРБИДА
ВОЛЬФРАМА (WC)

Номинальный диаметр ^a			Длина
	дюймы	мм	
1/8	(0,125)	3,2	См. Примечание b
5/32	(0,156)	4,0	
3/16	(0,188)	4,8	
1/4	(0,250)	6,4	
5/16	(0,312)	7,9	
3/8	(0,375)	9,5	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Допуск на диаметр составляет $\pm 1/16$ (0,063) дюйма [$\pm 1,6$ мм] от номинального диаметра.
b. По согласованию между производителем и покупателем могут поставляться прутки разной длины.

и вес каждой формы упаковки приведены в таблице 10 и на рис. 2 и 3. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

13.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

13.3 Катушки и барабаны должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию присадочного металла при нормальном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

14. Требования к намотке

14.1 Сварочная проволока на барабанах и катушках должны наматываться без перекручивания, изгибов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец сварочной проволоки (тот конец, с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить, и закрепить, чтобы предотвратить разматывание.

14.2 Укладка витков и наклон винтовой линии сварочной проволоки в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

14.3 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошной проволоки на катушках диаметром 4 дюйма [100 мм] должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободного размещения на плоской поверхности:

a) образовывал окружность диаметром не менее 4 дюймов [100 мм] и не более 15 дюймов [380 мм];

b) возвышаться над поверхностью не более чем на 1/2 дюйма [13 мм] в любой точке.

14.4 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошной сварочной проволоки для всех других форм упаковки должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от упаковки и свободного размещения на плоской поверхности, мог:

(a) образовывать окружность диаметром не менее 15 дюймов [380 мм], и

(b) возвышаться над поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любой точке.

Некоторые виды упаковки навалом включают в себя упруго скрученную или обработанную другим способом проволоку, предназначенную для прямой подачи. Проволока, отрезанная от таких упаковок, не будет образовывать окружность. По этой причине обычные свойства укладки и наклона винтовой линии могут не измеряться. Представленная в таком виде проволока должна удовлетворять только требованиям к намотке, установленным в пп. 14.1 и 14.2. Все методы контроля формы проволоки должны согласовываться между покупателем и поставщиком.

15. Маркировка присадочного металла

15.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям секции 17 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту, катушку и барабан.

15.2 Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу проволоки в бухте.

15.3 Для бухт с бобиной такая этикетка прочно закрепляется на видном месте бобины.

15.4 Катушки должны иметь такую информацию прочно нанесенной на видном месте на наружной стороне, по крайней мере, одного фланца.

15.5 Барабаны должны иметь такую информацию, прочно нанесенной на видном месте на боковой стороне.

16. Упаковка

16.1 Голые сварочные электроды и прутки во всех формах изделий, за исключением сварочных прутков в прямых отрезках, должны быть упакованы в соответствии с таблицей 10.

16.2 Упаковка голых сварочных прутков в прямых отрезках должна быть такой, как согласовано между покупателем и производителем.

16.3 Сварочные электроды и прутки должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

ТАБЛИЦА 10
ТРЕБОВАНИЯ К УПАКОВКЕ ^a

Тип упаковки	Размер упаковки ^d		Вес нетто электрода ^b			
	дюйм	мм	фунт	кг (прибл.)		
Бухта без бобин	Как установлено покупателем ^c		Как установлено покупателем ^c			
Бухты с бобинами (см. ниже)	ВД 6-3/4	ВД 170				
	ВД 12	ВД 300	14 25, 30, 50 и 60	6,4; 11, 14, 23 и 27		
	НД 4	НД 100	1-1/2 и 2-1/2	0,7 и 1,1		
	НД 8	НД 200	10, 15 и 22	4,5; 6,8 и 10		
	НД 12	НД 300	25, 30 и 35	11, 14 и 16		
	НД 14	НД 350	50 и 60	23 и 27		
	НД 22	НД 560	250	110		
	НД 24	НД 610	300	140		
	НД 30	НД 760	600, 750 и 1000	270, 340 и 454		
Барабаны	НД 15-1/2	НД 400	Как установлено покупателем ^c			
	НД 20	НД 500	Как установлено покупателем ^c			
	НД 23	НД 600	300 и 600	140 и 300		
Бухты с бобиной — стандартные размеры и вес ^a						
Размеры бобины						
Размер электрода	фунт	кг (прибл.)	дюйм	мм	дюйм (макс.)	мм (макс.)
Все	14	6,4	6-3/4 ± 1/8	170 ± 3	3	75
	25 и 30	11 и 14	12 ± 1/8	305 ± 3	2-1/2 или 4-5/8	65 или 120
	50, 60 и 65,	23, 27 и 30	12 ± 1/8	305 ± 3	4-5/8	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- По соглашению между поставщиком и покупателем могут поставляться электроды с размерами и весом нетто, отличными от указанных в таблице.
- Допуск на вес нетто должен составлять ± 10%.
- По соглашению между поставщиком и покупателем.
- ВД = внутренний диаметр; НД = наружный диаметр.

17. Маркировка упаковки

17.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию об изделии:

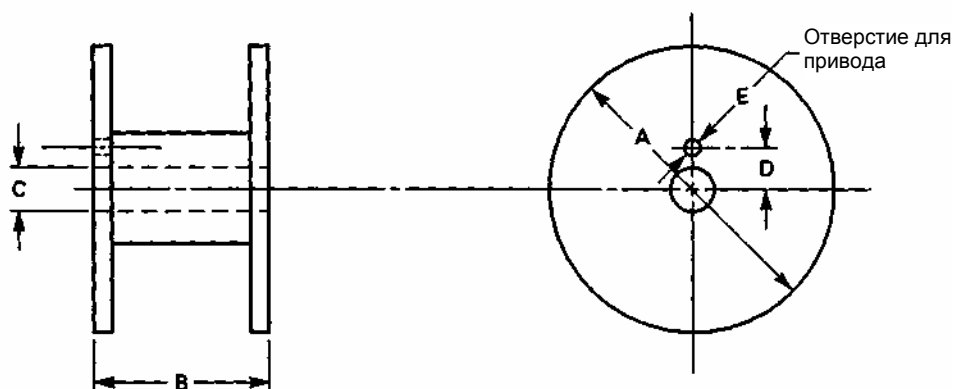
- (1) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS с учетом любого необязательного дополнительного показателя, если он применим;
- (2) Наименование поставщика и торговая марка;
- (3) Стандартный размер и вес нетто;
- (4) Номер партии, контроля или плавки.

17.2 Соответствующие сведения по технике безопасности,⁵ приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте, должны быть разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов и прутков, включая индивидуальную упаковку в составе групповой упаковки.⁶

⁵ Типичные примеры "предупредительных этикеток" показаны на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых плавких изделий общего или специального назначения, используемых в определенных процессах сварки.

⁶ Американский национальный стандарт ANSI Z49.1 *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, опубликованный Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

РИС. 2 СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 4, 8, 12 И 14 ДЮЙМОВ [100, 200, 300 И 350 мм]



Размеры									
		Катушка 4 дюйма [100 мм]		Катушка 8 дюймов [200 мм]		Катушка 12 дюймов [300 мм]		Катушка 14 дюймов [350 мм]	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, максимальный	4,0	102	8,0	203	12	305	14	355
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103	4,0	103
	Допуск	±0,03	+0, -2	±0,03	+0, -3	±0,06	+0, -3	±0,06	+0, -3
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	+0,01, -0	+1, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0
D	Расстояние между осями	-	-	1,75	44,5	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	-	-	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5	±0,02	±0,5
E	Диаметр [примечание (1)]	-	-	0,44	10	0,44	10	0,44	10
	Допуск	-	-	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0

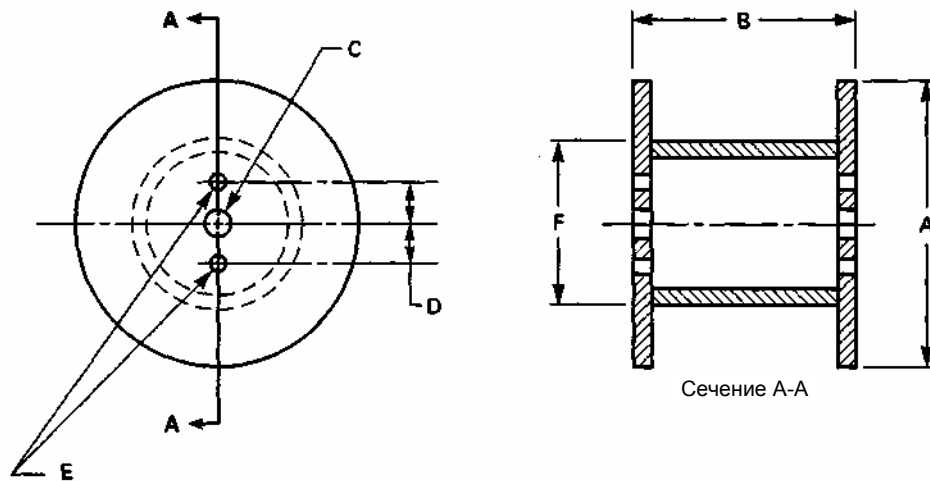
ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (а) Наружный диаметр цилиндрической части должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.
 (б) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не привело к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) На каждом фланце имеются отверстия, однако совмещать их нет необходимости. Для катушек диаметром 4 дюйма [100 мм] наличия отверстия для привода не требуется.

РИС. 3 СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 22, 24 И 30 дюймов [560, 610 И 760 мм]



		Размеры					
		Катушка 22 дюйма		Катушка 24 дюйма		Катушка 30 дюймов	
		[560 мм]		[610 мм]		[760 мм]	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, максимальный	22	560	24	610	30	760
B	Ширина	12	305	13,5	345	13,5	345
C	Диаметр	1,31	35,0	1,31	35,0	1,31	35,0
	Допуск	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5	+0,13, -0	±1,5
D	Расстояние между осями	2,5	63,5	2,5	63,5	2,5	63,5
	Допуск	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5	±0,1	±1,5
E	Диаметр [примечание (1)]	0,69	16,7	0,69	16,7	0,69	16,7
	Допуск	+0, -0.06	±0,7	+0, -0.06	±0,7	+0, -0.06	±0,7

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (а) Наружный диаметр цилиндрической части (размер F) должен обеспечивать нормальную подачу электрода
- (б) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- (1) Два отверстия, имеющиеся на каждом фланце, должны быть совмещены с центральным отверстием.

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS для голых электродов и прутков для наплавления поверхности

(Данное приложение не является частью AWS A5.21/A5.21:2005, *Голые электроды и прутки для наплавления поверхности. Технические условия*, и включено только для информации.)

A1. Введение

Настоящее руководство было подготовлено как пособие для возможных пользователей электродов и прутков, охватываемых этими техническими условиями, при определении наиболее подходящей классификации присадочного металла для конкретного применения с учетом требований, связанных с этим применением.

A2. Система классификации

A2.1 Система классификационного обозначения электрода в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для классификации присадочных металлов. Буквы ER в начале каждого классификационного обозначения означают, что присадочный металл может использоваться в качестве электрода или присадочного прутка. Буква R сама по себе означает, что электрод может использоваться только в качестве присадочного прутка. Обозначение C, когда оно появляется после ER или R, указывает на то, что электрод или прутки являются композиционными (трубчатым) электродом или прутком либо с металлической сердцевиной, либо с флюсовой сердцевиной.

A2.2 Буквы, следующие непосредственно после R, RC, ER или ERC, являются символами химических элементов, обозначающие основные элементы в материале данного класса. Так, CoCr обозначает сплав кобальта и хрома, CuAl - сплав меди и алюминия, и т.д. Если в базовую группу включено более одного класса, отдельные классы в группе идентифицируются буквами A, B, C и т.д., как, например, ERCuSn-A. Дальнейшее классификационное деление осуществляется с помощью цифр 1, 2 и т.д., следующих после последней буквы, как, например, «2» в обозначении ERCuAl-A2. Дополнительная буква или цифра вносится в обозначение некоторых материалов, если требования к его химическому составу, указанные в настоящих технических условиях, отличаются от приведенных в более ранних версиях для электродов того же класса.

A2.3 Для сравнения обозначений классов электродов, принятых в ANSI/AWS A5.21-80 и в данном документе, см. таблицу A1; некоторые классы были перенесены в AWS A5.13:2000, в то время как другие - отменены (см. таблицу A2).

ТАБЛИЦА A1
СРАВНЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ КЛАССОВ ЭЛЕКТРОДОВ В A5.21-80 И A5.21:2001

Класс по A5.21-80	Класс по A5.21:2001
RFe5-A	Удален
RFe5-B	Аналогичен ERFе6
RFeCr-A1	Аналогичен ERFеCr-A1A
EFe5-A	Удален
EFe5-B	Перенесен в A5.13:2000 Состав аналогичен составу класса ERFе-6
EFe5-C	Удален
EFeMn-A	Перенесен в A5.13:2000
EFeMn-B	Перенесен в A5.13:2000
EFeCr-A1	Перенесен в A5.13:2000 Состав аналогичен составу класса ERFеCr-A1A
RWC-5/8	Удален
RWC-8/12	Удален
RWC-12/20	Аналогичен ER/R WC-12/30
RWC-20/30	ER/RWCX-20/30
RWC-30/40	ER/RWCX-30/40
RWC-30	Удален
RWC-40	ER/RWCX-40
RWC-40/120	ER/RWCX-40/120

A2.4 Запрос о введении нового класса присадочного металла

(a) Если электрод или прутки для наплавления поверхности не могут быть классифицированы в соответствии с настоящими техническими условиями, производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса.

Это может сделать производитель, пользуясь приведенной здесь процедурой.

(b) Запрос на введение нового класса электрода или прутка должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В запросе должны быть

ТАБЛИЦА А2
ОТМЕНЕННЫЕ И ПЕРЕНЕСЕННЫЕ КЛАССЫ
ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ^а

Классификация AWS	Дата последней публикации в А5.21
RFe5-A	1980
RFe5-B	1980
RFeCr-A1	1980
EFe5-A	1980
EFe5-B	1980
EFe5-C	1980
EFeMn-A ^b	1980
EFeMn-B ^b	1980
EFeCr-A1	1980
RWC-5/8	1980
RWC-8/12	1980
RWC-12/20	1980
RWC-30	1980
EWC-12/30 ^c	1980
EWC-20/30 ^c	1980
EWC-30/40 ^c	1980
EWC-40C	1980
EWC-40/120 ^c	1980

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Сведения об отмененных классах можно найти в п. А9 «Отмененные классы» (в Приложении).
 б. Эти классы AWS были перенесены в AWS А5.13 без изменения в классификационном обозначении.
 с. Эти классы AWS были перенесены в AWS А5.13 с изменением классификационного обозначения на обозначение вида EWCX-X/X.

указаны переменные и их пределы для подобного класса или модификации. В запросе должен быть указан срок, к которому должен быть определен новый класс или изменен существующий.

В запросе должны быть указаны, в частности, следующие сведения:

(1) Все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, требования к химическому составу, и к испытаниям на эксплуатационную пригодность.

(2) Все условия проведения испытаний, используемых для установления соответствия изделия классификационным требованиям. (Достаточным будет, например, указать, что условия сварки аналогичны условиям, применимым для других классов.)

(3) Информация по темам «Описание» и «Предполагаемое использование», аналогичная существующей для других классификаций, для соответствующей секции Приложения.

Без вышеуказанной информации запрос на введение нового класса будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

(с) Запрос следует направить в Секретариат Комитета А5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(1) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса

(2) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;

(3) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим

щим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(4) подшивает оригинал запроса в дело;

(5) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

(d) Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(e) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

А3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS А5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*, как оговорено в данном документе. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS А5.01. При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, таблица 1 стандарта AWS А5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

А4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и необязательных дополнительных обозначений (при их наличии) на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или производитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая партия данного класса, имеющая одинаковый состав.

«Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного материала могли проводиться или не проводиться. Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной «представительной выборки» и применяемая производителем Система обеспечения качества производителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (c) интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;
- (e) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов* (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A6. Аспекты наплавления поверхностей

A6.1 Роль водорода в процессе наплавления поверхности. Водород может разрушать наплавленные покрытия. Его воздействие различается в зависимости от типа сплава. В общем случае вредное воздействие водорода на микроструктуру наиболее явно выражено у мартенситных сплавов, в то время как аустенитные сплавы менее всех подвержены этому воздействию. К прочим факторам, определяющим воздействие водорода, относятся содержание углерода и сплава, а также штатные переменные сварки.

При сварке существует много источников водородного загрязнения, из которых влага является наиболее важным. Большинство электродов и сварочных прутков изготавливаются и пакуются в условиях контроля влаги. При получении покупателю следует уделять должное внимание правильному хранению для предотвращения поглощения влаги. В ходе применения изделий, удаление недостаточного внимания процедуры сварки и переменным, характеризующим среду сварки, может привести к скалыванию или образованию «индуцируемых водородом» (подшовных) трещин. В случае аустенитных материалов, чрезмерное количество водорода может проявиться в виде пористости наплавленного металла.

A6.2. Дополнительную информацию об аспектах наплавления поверхностей можно получить из соответствующего тома Справочника по сварке AWS.

A7. Описание и предполагаемое использование электродов и прутков для наплавления поверхностей

A7.1 Электроды и прутки на основе железа

A7.1.1 Электроды ERFe-1, ERFe-1A и ERFe-2

A7.1.1.1 Характеристики. Металл, наплавленный с помощью этих электродов и прутков, является сталью марок для механической обработки, которая пригодна для применения при сварке углеродистых и легированных сталей. При тщательном выполнении сварки с помощью этих электродов можно получить наплавки без трещин. Наплавки поддаются механической обработке твердосплавным режущим инструментом. Твердость наплавленного слоя составляет 25-50 по Роквеллу при применении присадочного металла ERFe-2, обеспечивающего большую твердость наплавленного металла. Эти наплавки содержат достаточное количество сплава чтобы обеспечить полную твердость без необходимости термической обработки. По сопротивлению истиранию они сравнимы со сталью такой же твердости, прошедшей термическую обработку.

A7.1.1.2 Применение. Эти электроды и прутки применяются при восстановлении изношенных частей оборудования до их исходных размеров. Наплавление поверхности применяется для восстановления поверхностей качения и скольжения металла по металлу, например, для зубцов крупных низкоскоростных шестеренок, валов и т.д. Высокая прочность на сжатие позволяет применять эти материалы в качестве основы для более износостойких материалов.

A7.1.2 Электроды и прутки ERFe-3

A7.1.2.1 Характеристики. Металл, наплаваемый этими электродами и прутками, представляет собой самозакаливающуюся инструментальную сталь с высокой твердостью при комнатной температуре (55-60 по Роквеллу). При тщательном выполнении процедуры сварки наплавки получаются без трещин. Эти наплавки не подлежат механической обработке и обычно шлифуются при необходимости чистовой обработки.

A7.1.2.2 Применение. Электроды и прутки ERFe-3 используются для наплавления поверхностей и кромок, там, где необходимо получить твердые наплавки без трещин, например, на режущих кромках инструментов и штампов. Наплавки пригодны для последующего наплавления поверхностей с применением сплавов с высоким содержанием никеля и многих инструментальных сталей. Хотя обычно этот металл используется там, где имеется контакт металла с металлом, такие наплавки также применяются в случае, где необходима высокая стойкость к истиранию при трении металла о землю.

A7.1.3 Электроды и прутки ERFe-5

A7.1.3.1 Характеристики. Металл, наплаваемый этими электродами и прутками, представляет собой инструментальную сталь для инструментов холодной обработки. Твердость непосредственно после наплавления составляет 50-55 по Роквеллу. Металл, наплавленный с помощью электродов ERFe-5, является самозакаливающимся и поддается механической обработке только после отжига. К типичным характеристикам наплавки относятся высокая прочность при сжатии при средней стойкости к истиранию.

A7.1.3.2 Применение. Эти электроды используются в тех случаях, когда имеет место износ при трении металла по металлу, таких как детали машин, валы, тормозные барабаны и лезвия ножей.

A7.1.4 Электроды и прутки ERFе-6

A7.1.4.1 Характеристики. Металл, наплавленный с помощью электродов и прутков ERFе-6, представляет собой быстрорежущую инструментальную сталь твердостью от 60 по Роквеллу и выше. Такие наплавки сохраняют высокую твердость при температурах до 1100°F [593°C]. Металл, наплавленный с помощью электродов ERFе-6, является само-закалывающимся и поддается механической обработке только после отжига.

A7.1.4.2 Применение. Такие наплавки могут быть использованы в тех случаях, когда имеет место износ, обусловленный трением металла по металлу при температурах до 1100°F [593 °C]. Типичными случаями применения являются такие, когда сочетаются высокие эксплуатационные температуры с умеренным истиранием и сильный износ, обусловленный трением металла по металлу.

A7.1.5 Электроды и прутки ERFе-8

A7.1.5.1 Характеристики. Металл, наплавленный с помощью электродов и прутков ERFе-8, аналогичен инструментальной стали горячей обработки H12 с твердостью непосредственно после наплавления 54-60 по Роквеллу. Микроструктура состоит из мартенсита и карбидных сплавов, обеспечивающих жесткую, прочную наплавку на основном металле, который представляет собой либо углеродистую, либо низколегированную сталь. Для получения наплавки без трещин важным является должный предварительный нагрев (следует проконсультироваться с производителем). Наплавка может быть подвергнута чистовой обработке путем шлифования.

A7.1.5.2 Применение. Этот состав используется для наплавления поверхностей, подвергающихся умеренному износу и высоким ударным нагрузкам. Обычно применяется для инструментов машинной обработки и деталей, подверженных износу вследствие скольжения металла по металлу.

A7.1.6 Электроды и прутки серии ERFеMn (исключая ERFеMnCr)

A7.1.6.1 Характеристики. Наплавки, выполняемые с применением этих электродов и прутков, номинально содержат 14% марганца, хотя на практике его содержание может колебаться в пределах от 12 до 22%. Этого количества достаточно для получения аустенитного наплавленного металла. Аустенитом называется немагнитная жесткая сталь. Для поддержания твердости следует избегать перегрева при сварке. Рекомендуется применять сварку узкими валиками и сварку короткими участками. Добавление других легирующих элементов, например, 4% никеля, служат для стабилизации аустенита; Могут быть также добавлены хром и молибден для повышения предела текучести. Сопротивление истиранию лишь немногим выше, чем у низкоуглеродистой стали, если только не обеспечена достаточная обработка, вызывающая механическое упрочнение. Поверхности в состоянии после наплавления обычно по твердости не превышают 20 по Роквеллу, но твердость можно повысить до 55. Наплавки трудно поддаются механической обработке; для чистовой обработки предпочтительнее шлифование.

Металл, наплавленный с помощью электродов ERFеMn-F, отличается от металла других аустенитных марганцевых классов тем, что один слой наплавки будет полностью аустенитным при наплавлении на основной металл, представляющий собой углеродистую или низколегированную сталь. Это является прямым результатом более высокого содержания углерода и марганца в присадочном металле.

A7.1.6.2 Применение. Эти электроды применяются для восстановления, ремонта и соединения аустенитной стали с высоким содержанием марганца. Способность амортизировать удар большой силы делает такие наплавки оптимальными для восстановления изношенного камнедробильного оборудования

и деталей, подвергаемых ударным нагрузкам, например, крестовины стрелочного перевода.

A7.1.7 Электроды и прутки ERFеMnCr

A7.1.7.1 Характеристики. Наплавки, полученные с помощью электродов ERFеMnCr, имеют характеристики, аналогичные характеристикам наплавки из аустенитной марганцевой стали. Высокое содержание хрома повышает стабильность аустенита по сравнению с наплавками, полученными с помощью ERFеMn. Эти наплавки не могут подвергаться газопламенной резке, и следует уделять особое внимание при применении таких наплавки, поскольку необходимо избегать накопления тепла.

A7.1.7.2 Применение. Подобно электродам и пруткам типа ERFеMn, электроды и прутки ERFеMnCr используются для восстановления, ремонта и соединения оборудования, изготовленного из аустенитных марганцевых сталей. Электроды и прутки класса ERFеMnCr также обладают тем преимуществом, что могут применяться как для соединения между собой деталей из аустенитной марганцевой стали, так и для соединения деталей из аустенитной марганцевой и углеродистой сталей. Нередко наплавки, полученные с помощью ERFеMnCr, служат основой для наплавления покрытий, выполненных с помощью электродов типов ERFеCr-X, для деталей, подвергающихся как износу, так и ударным нагрузкам.

A7.1.8 Электроды и прутки ERFеCr-A

A7.1.8.1 Характеристики. Металл, наплавленный с помощью этих электродов и прутков, будет содержать умеренные количества карбидов хрома в высокоуглеродистой аустенитной основе. Рекомендуется наплавлять два слоя, чтобы поддерживать равномерную твердость и состав наплавки. Дополнительные слои могут оказаться подвержены скалыванию и их следует применять с осторожностью. Наплавки обеспечивают более высокую стойкость к ударным нагрузкам, но меньшую стойкость к истиранию по сравнению с другими классами ERFеCr-XX. Если требуется чистовая обработка, наплавки можно отшлифовать, поскольку их машинная обработка или газопламенная резка затруднительны. Металл, наплавленный с помощью электродов ERFеCr-A, может быть применен для сварки основных металлов, которые представляют собой углеродистые, низколегированные, аустенитные марганцевые стали и аустенитные нержавеющие стали.

A7.1.8.2 Применение. Упрочняющий сплав общего назначения, который может быть использован там, где приемлемо ограниченное растрескивание для снятия внутреннего напряжения но, при этом нет сильного истирания.

A7.1.9 Электроды и прутки ERFеCr-A1A и ERFеCr-A4

A7.1.9.1 Характеристики. Металл, наплавляемый этими электродами и прутками, содержит большое количество карбидов хрома в аустенитной основе, за счет чего обеспечиваются высокая износоустойчивость и хорошая прочность. Типичными являются поверхностные трещины, которые частично снимают напряжение. Эти наплавки не подлежат механической обработке и шлифуются при необходимости чистовой обработки. Для того чтобы добиться желаемого химического состава, обычно рекомендуется использовать два слоя, как минимум. Дополнительные слои могут оказаться подвержены скалыванию и их следует применять с осторожностью. Эти электроды применимы при наплавлении углеродистых, низколегированных и аустенитных сталей, а также чугуна. Металл, наплавленный с помощью электродов ERFеCr-A1A, обычно обеспечивает более высокую стойкость к ударному воздействию, чем тот, что получен с помощью электродов ERFеCr-A4.

A7.1.9.2 Применение. К типичным применениям относятся режущие кромки и зубцы ковша, отбойные молотки и конвейеры, использующие для дробления и транспортировки каменных пород, руды и т.д. Очень низкие коэффициенты трения, получающиеся в результате шлифования породами, содержащимися в земле.

A7.1.10 Электроды и прутки ERFeCr-A3A

A7.1.10.1 Характеристики. Микроструктура металла, наплавленного с помощью электродов и прутков ERFeCr-A3A, похожа на структуры белого чугуна. Наплавка имеет более высокую прочность, чем металл, наплавленный с помощью электродов ERFeCr-A1A, ERFeCr-A4, ERFeCr-A9 или ERFeCr-A10, но это сопровождается снижением стойкости к истиранию.

A7.1.10.2 Применение. Этот наплавленный металл является упрочняющим сплавом общего назначения, обычно применяемым в качестве последнего слоя покрытия роликовых дробилок, молотков молотковых дробилок и конических дробилок, который наносится поверх слоя аустенитного марганцевого материала.

A7.1.11 Электроды и прутки ERFeCr-A5

A7.1.11.1 Характеристики. В аустенитной основе наплавленного металла этого класса содержится карбид хрома. Этот немагнитный наплавленный металл хорошо поддается механической обработке. Наравнение следует ограничить тремя слоями для минимизации образования трещин, снимающих напряжения.

A7.1.11.2 Применение. Детали, покрытие которых наплавлено с помощью этих электродов и прутков, часто используются там, где имеется износ, обусловленный трением металла по металлу, или трением о породы, содержащиеся в земле, в условиях абразивного трения при низком напряжении.

A7.1.12 Электроды и прутки ERFeCr-A9

A7.1.12.1 Характеристики. Наплавленный металл содержит гексагональные карбиды хрома в аустенитной основе и обладает твердостью 50-60 по Роквеллу. Такие наплавки вызывают образование трещин, снимающих напряжение. Металл этого класса может применяться для наплавления на основных металлах, представляющих собой углеродистые, низколегированные и аустенитные марганцевые стали или аустенитные нержавеющие стали.

A7.1.12.2 Применение. Эти электроды часто используются для деталей, подвергающихся абразивному износу в сочетании с умеренными ударными нагрузками.

A7.1.13 Электроды и прутки ERFeCr-A10

A7.1.13.1 Характеристики. Металл, наплавленный с помощью этих электродов и прутков, содержит большое количество гексагональных карбидов в аустенитно-карбидной основе. Эта наплавка обладает твердостью 58-63 по Роквеллу, которая поддерживается при температуре 1400°F [760°C]. Газопламенная резка для таких наплавки не применяется. Для чистовой обработки применяется только шлифование.

Состав металла обеспечивает предельную стойкость к абразивному истиранию при низком внутреннем напряжении, но пониженную стойкость к ударным нагрузкам. Толщина наплавки не должна превышать двух слоев.

A7.1.13.2 Применение. Наплавки этого типа могут использоваться в большинстве случаев, где имеется наиболее сильное абразивное истирание, но при этом ударные нагрузки минимальны. К типичным случаям применения относятся оборудование для растирания и обработки угля, оборудование для обработки кварцевого песка и некоторые случаи жаропрочного оборудования.

A7.2. Электроды и прутки на основе кобальта

A7.2.1 Электроды и прутки ERCoCr-A

A7.2.1.1 Характеристики. Наплавки, полученные с помощью электродов и прутков ERCoCr-A, характеризуются доэвтектической структурой, образованной сеткой из, приблизительно, 13% эвтектических карбидов хрома, распределенных в матрице, которая, в свою очередь, образована кобальтохромовольфрамовым твердым раствором. В результате получается материал, сочетающий в себе общую стойкость к абразивному истиранию при низком внутреннем напряжении и прочность, достаточную для того, чтобы выдерживать определенную ударную нагрузку. Кобальтовые сплавы также обладают хорошей стойкостью к износу, обусловленному трением металла по металлу, особенно при повышенных нагрузках, которые увеличивают износ. Высоколегированное вещество основы также обуславливает высокую коррозионную стойкость, сопротивление окислению и сохранение прочности при повышении температуры до 1200°F [650°C], максимум. Эти сплавы не подвержены аллотропическому превращению и поэтому не теряют своих свойств при последующей термической обработке основного металла.

A7.2.1.2 Применение. Данный сплав рекомендуется применять в тех случаях, когда износ сопровождается повышенными температурами и/или коррозией. К типичным случаям применения относятся клапаны для жидкости и в автомобильной технике, направляющие цепной пилы, горячие штампы, ножи и шнеки экструдера.

A7.2.2 Электроды и прутки ERCoCr-B

A7.2.2.1 Характеристики. Металл, наплавленный с помощью электродов и прутков ERCoCr-B, аналогичен по своему составу тому, который получен с помощью электродов и прутков ERCoCr-A, но имеет несколько более высокое процентное содержание карбидов (примерно 16%). Этот сплав также обладает несколько большей твердостью и более высоким сопротивлением истиранию и износу, обусловленному трением металла о металл. Стойкость к ударным нагрузкам и к коррозии немного ниже. Наплавки поддаются механической обработке твердосплавным резцом.

A7.2.2.2 Применение. Электроды и прутки ERCoCr-B используются попеременно с электродами и прутками ERCoCr-A. Выбор зависит от конкретного применения.

A7.2.3 Электроды и прутки ERCoCr-C

A7.2.3.1 Характеристики. Этот сплав имеет более высокое процентное содержание карбидов (примерно 19%), по сравнению с наплавками, полученными с помощью электродов класса ERCoCr-A или ERCoCr-B. Для их химического состава характерно присутствие в микроструктуре первичных заэвтектических карбидов. Это обстоятельство придает сплаву повышенную износостойкость в сочетании со снижением стойкости к коррозии и ударным нагрузкам. Повышенная твердость также предполагает увеличение склонности к образованию трещин при охлаждении. Склонность к растрескиванию можно свести к минимуму с помощью тщательного контроля за процессом предварительного нагревания, за температурой между проходами сварки и за процедурой последующего нагрева.

Наплавки из кобальтохромовых сплавов при повышенной температуре становятся мягче, при этом они обычно считаются невосприимчивыми к отпуску.

A7.2.3.2 Применение. Металл, наплавленный с помощью электродов и прутков ERCoCr-C, используется для наращивания таких деталей, как смесители, роторы или в тех случаях, где имеет место грубое абразивное истирание и низкие ударные нагрузки.

A7.2.4 Электроды и прутки ERCoCr-E

A7.2.4.1 Характеристики. Наплавки, выполненные с помощью электродов и прутков ERCoCr-E, обладают высокой прочностью и пластичностью при температурах до 2100°F [1150°C]. Наплавки устойчивы к тепловому удару, воздействию окислительных и щелочных сред. Раньше всего наплавки этого типа нашли применение в деталях реактивных двигателей, таких как лопасти турбин и лопасти винтов.

Наплавка представляет собой усиленный по твердому раствору сплав с относительно низкой (в % по массе) фазой карбида в микроструктуре. Таким образом, этот сплав обладает высокой прочностью и склонностью к наклепу. Для наплавки этого класса характерны высокое сопротивление истиранию и кавитационной эрозии.

A7.2.4.2 Применение. Наплавки, выполненные с помощью электродов и прутков ER-CoCr-E, используются там, где важное значение имеет устойчивость к термическому удару. К типичным случаям применения, по аналогии с наплавками, выполненными с помощью электродов и прутков ERCoCr-A, относятся направляющие валки, штампы для горячего прессования и горячейковки, ножницы для горячей резки, длинные зубья, механизмы клапанов и т.д.

A7.2.5 Электроды и прутки ERCoCr-F

A7.2.5.1 Характеристики. Наплавки ERCoCr-F отличаются от других хромкобальтовольфрамовых сплавов добавкой более 20% никеля. Этот сплав был разработан для того, чтобы придать дополнительную стойкость к окислению и коррозии, особенно в тех случаях, когда имеют место добавки на основе свинца в топливо автомобильных двигателей. Другие свойства, такие как твердость при высоких температурах, стойкость к износу, обусловленному трением металла о металл, и к термической усталости, аналогичны свойствам наплавки, полученных с помощью электродов типа ERCoCr-A.

A7.2.5.2 Применение. Материал класса ERCoCr-F используется, почти исключительно для выпускных клапанов автомобильных двигателей (работающих на бензине), особенно в случае двигателей с воздушным охлаждением (с высокой рабочей температурой). В большинстве случаев наплавленные поверхности выполняются с помощью автоматического оборудования при изготовлении оборудования самим производителем, и очень редко наплавки выполняются организациями, осуществляющими техническое обслуживание. Используется как кислородно-газовая сварка (OFW), так и дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW).

A7.2.6 Электроды и прутки ERCoCr-G

A7.2.6.1 Характеристики. Класс ERCoCr-G представляет собой вариант класса ERCoCr-C с более высоким содержанием углерода и вольфрама, который обладает превосходной стойкостью к абразивному истиранию при высоких нагрузках. Повышение доли первичных карбидов в объеме также ведет к повышению средней твердости и стойкости к изнашиванию при заедании. Этот тип материала чувствителен к растрескиванию наплавленного металла, и поэтому нужно строго контролировать температуру предварительного нагрева и температуру между проходами сварки, а также скорость охлаждения.

A7.2.6.2 Применение. Класс ERCoCr-G широко используется для опорных поверхностей трехшарошечного бурового инструмента с коническими шарошками. Поверхность обычно наносится с помощью дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTA) вручную или автоматически, а также с помощью кислородно-газовой сварки (OFW).

A7.2.7 Обычными значениями твердости для многослойных сварных швов, выполненных с помощью электродов и прутков на основе кобальта, являются:

CoCr-A твердость по Роквеллу 23-47
CoCr-B твердость по Роквеллу 34-47
CoCr-C твердость по Роквеллу 43-58
CoCr-E твердость по Роквеллу 20-35
CoCr-F твердость по Роквеллу 32-46
CoCr-G твердость по Роквеллу 52-60

A7.3 Электроды и прутки на основе никеля

A7.3.1 Электроды и прутки ERNiCr-A, -B и -C

A7.3.1.1 Характеристики. Неразбавленный наплавленный металл указанных химических составов имеет структуру, образованную карбидами и боридами хрома на основе с высоким содержанием никеля. Никелевая основа и высокое содержание хрома придают этим наплавкам хорошую термическую и коррозионную стойкость. Следует соблюдать осторожность при охлаждении этих покрытий, поскольку они имеют склонность к образованию трещин вследствие внутреннего напряжения. Эти сплавы обладают превосходной стойкостью к абразивному истиранию при низком внутреннем напряжении, которая возрастает с повышением содержания бора в наплавке.

Металл, наплавленный с помощью этих электродов и прутков, очень легко растекается, имеет высокую стойкость к абразивному истиранию и обычно хорошо поддается полировке.

Наплавки имеют высокую коррозионную стойкость и обычно требуют шлифования при чистовой обработке. Однослойные наплавленные покрытия обычно обладают твердостью от 35 до 45 по Роквеллу. Многослойные наплавленные покрытия обычно обладают твердостью от 49 до 56 по Роквеллу.

A7.3.1.2 Применение. Типичные случаи применения включают в себя лапы культиваторов, плужные лемехи, винты, полученные горячим прессованием, муфты насосов, поршни, лопастные колеса, кольца лебедок, лицевые поверхности стекольных форм, центробежные фильтры и насосные штанги.

A7.3.2 Электроды и прутки ERNiCrMo-5A

A7.3.2.1 Характеристики. Металл шва такого состава представляет собой усиленный по твердому раствору сплав с относительно низкой (в % по массе) фазой карбида. Покрытие обладает достаточной твердостью и поддается механическому упрочнению.

Наплавки обладают способностью сохранять твердость при температурах до 1400°F [760°C]. Наплавки поддаются механической обработке быстрорежущим инструментом и обладают высокой устойчивостью к износу при высоких температурах и ударным нагрузкам.

A7.3.2.2 Применение. Эти электроды применяются для восстановления и ремонта штампов для горячего прессования и горячейковки, калибровочных пуансонов, ножниц для горячей резки, направляющих валков, кромок клещей, колошниковых конусов и т.д.

A7.3.3 Электроды и прутки ERNiCrFeCo

A7.3.3.1 Характеристики. Присадочный металл, наплавленный этими электродами, представляет собой сплав на основе хрома-железа-никеля-кобальта, содержащий достаточно большую долю эвтектических карбидов хрома в объеме, которые распределены по микроструктуре. Этот сплав по многим эксплуатационным характеристикам схож с тем, что получается с помощью электродов и прутков классов ERCoCr-C или ERNiCr-C, особенно в части абразивной износостойкости. Пониженное со-

держание никеля и/или кобальта снижает коррозионные свойства и стойкость к истиранию. Высокая доля карбидов в объеме делает этот сплав чувствительным к растрескиванию при охлаждении.

Значения твердости для однослойных наплавов будут ниже, ввиду проникновения частиц основного металла.

A7.3.3.2 Применение. Электроды и прутки ERNiCrFeCo предпочтительно применять в случаях, когда основным фактором воздействия является высокий абразивный износ при низких ударных нагрузках. К типичным случаям применения относятся шнековые питатели, шламонасосы и детали смесительных аппаратов.

A7.3.4 Электроды и прутки ERNiCr-D и E

A7.3.4.1 Характеристики. Неразбавленные наплавленные металлы этого состава с содержанием Si/B выше 3,3 имеют структуру, состоящую из твердого раствора никеля, бинарной эвтектики твердого раствора никеля и силицида никеля; и трехкомпонентной эвтектики твердого раствора никеля, силицида никеля и бориды никеля. Имеются также частицы карбидов и боридов, рассеянные в основе. Микроструктуры отличаются от тех, что получают с помощью классов ERNiCr-A, B и C тем, что не образуется хрупкая бинарная эвтектика твердого раствора никеля и бориды никеля, повышая тем самым стойкость к растрескиванию при сварке.

A7.3.4.2 Применение. Используются для укрепления клапанов систем подачи жидкостей с точной регулировкой. В атомной промышленности они используются в качестве замены наплавленных покрытий, содержащих кобальт, для того чтобы снизить содержание кобальта в технологическом потоке.

A7.4 Электроды и прутки на основе меди

A7.4.1 Введение. Сплошные сварочные материалы на основе меди, классифицированные в данных технических условиях, используются для наплавления покрытий на опорные и износостойкие поверхности, и для повышения коррозионной стойкости.

A7.4.1.1 Присадочный металл ERCuAl-A2 используется для наращивания опорных поверхностей в диапазоне твердости 130-150 HB. Он также используется для износостойких поверхностей, а также для коррозионно стойких поверхностей, подверженных воздействию соленой воды и многих широко используемых кислот.

A7.4.1.2 Присадочный металл ERCuAl-A3 обеспечивает получение наплавов, обладающих высокой прочностью и хорошей пластичностью при номинальной твердости 166 HB. Этот сплав идеально подходит для выполнения опорных поверхностей, требующих высокой прочности и хорошей пластичности, таких как поршень кузнечного пресса.

A7.4.1.3 Присадочные металлы ERCuAl-C, ERCuAl-D, ERCuAl-E имеют превосходные характеристики устойчивости к износу и используются там, где при эксплуатации имеют место сильный износ и высокое давление. Классы ERCuAl-D и ERCuAl-E также используются для изготовления новых или восстановления изношенных матриц из черных металлов, применяемых для штамповки или вытяжки титана, низкоуглеродистых и нержавеющей сталей. Эти сплавы не рекомендуется использовать в тех случаях, когда изделия подвержены коррозионному воздействию. Типичные уровни твердости для классов ERCuAl-C, ERCuAl-D и ERCuAl-E составляют 250-290 HB, 310-350 HB и 340-380 HB, соответственно.

A7.4.1.4 Присадочный металл ERCuSi-A (медь-кремний) используется в основном для коррозионностойких поверхностей. Меднокремниевые наплавки обычно не подходят для применения в опорных конструкциях.

A7.4.1.5 Присадочный металл ERCuSn-A, ERCuSn-D (медь-олово) в основном используется для наращивания опорных поверхностей в тех случаях, когда требуется низкая твердость. Этот сплав используется для коррозионностойких поверхностей и, иногда, для износостойких применений. Более высокое содержание олова в сварных наплавках класса ERCuSn-D повышает стойкость к износу, но вместе с тем повышает красноточность сплавов.

A7.4.2 Применение

A7.4.2.1 Твердость при высоких температурах. Присадочные металлы на основе меди не рекомендуется применять при повышенных температурах. Механические свойства ухудшаются по мере роста температуры выше 400°F [205°C].

A7.4.2.2 Истирание. Наплавки металла на основе меди не рекомендуется использовать там, где имеет место сильное абразивное истирание при эксплуатации.

A7.4.2.3 Износ, обусловленный трением металла о металл. К опорным поверхностям часто, в первую очередь, предъявляются требования к износостойкости. Для того, чтобы нанести такую наплавку с использованием сплава на основе меди, следует выбирать материал, обеспечивающий получение сварной наплавки на 50-75 пунктов по Бригеллю мягче, чем сопрягаемые поверхности. Это обеспечит систему с высокой стойкостью к износу.

A7.4.2.4 Обрабатываемость. Все сварные наплавки на основе меди подходят для механической обработки.

A7.4.2.5 Подготовка и характеристики сварки. Основной металл должен быть подвергнут механической обработке или шлифованию перед наложением первого прохода. Сварные наплавки должны обрабатываться проволочной щеткой или шлифоваться между проходами. Первый проход должен быть выполнен при нижнем значении диапазона силы тока, чтобы минимизировать проникновение частиц основного металла в наплаваемый металл. Избыточное проникновение основного металла в наплавленный слой может привести к ухудшению обрабатываемости и эксплуатационных характеристик. Относительно отдельных параметров сварки необходимо проконсультироваться с производителем.

A7.4.2.6 Предварительный нагрев. В зависимости от основного металла, на который наносится наплаваемый слой, может потребоваться предварительный нагрев. Как правило, в случае низкоуглеродистой стали предварительного нагрева не требуется. Сталь с содержанием углерода от среднего до высокого может потребовать предварительного нагрева до 300°F-600°F [150°C-315°C], в зависимости от содержания углерода. При выполнении последующих слоев температура между проходами не должна превышать 500°F [260°C]. В случае сложных наплавов необходимо проконсультироваться с производителем.

A7.5 Электроды и прутки из карбида вольфрама

A7.5.1 Характеристики. Электроды и прутки из карбида вольфрама, классифицированные в настоящих технических условиях, содержат 60% зерен карбида вольфрама в общем весе. Карбид WC1 является смесью WC и W2C. Карбид W2C является микроструктурным WC. Твердость матрицы наплавленного металла колеблется от 30 до 60 по Роквеллу,

в зависимости от методики сварки. Твердость отдельных частиц карбида обычно составляет примерно 2400 HV20.

Стойкость к абразивному истиранию покрытий, выполненных присадочным металлом на основе карбида вольфрама, исключительно высока.

A7.5.2 Применение. Наплавки из карбида вольфрама наносятся на поверхности, подверженные истиранию при скольжении в сочетании с ограниченными ударными нагрузками. Такие наплавки применяются для деталей оборудования, предназначенного для земляного бурения, экскавации и сельского хозяйства. К инструментам, для которых требуется такой тип покрытия, относятся головки нефтяного бура и бурильные замки, транспортер для перемещения грунта, зубья ковша экскаватора, ножи туковой сеялки и лапы культиватора.

A8. Предлагаемые способы подготовки плавленных образцов для анализа

A8.1 Определение химического состава сплошных голых электродов и прутков непосредственно после изготовления не представляет технических трудностей. Присадочный металл в форме сплошной проволоки может быть разделен на части для анализа любым удобным способом, и все образцы или стружки будут являться представительными выборками партии присадочного металла. Трудности возникают при получении представительной выборки композиционных (трубчатых) электродов и прутков с металлической или флюсовой сердцевинкой. Некоторые присадочные металлы композиционного типа выполнены в форме трубчатой проволоки, сердцевина которой заполнена смесью частиц, часто без какого-либо связующего вещества. Образцы, полученные только резкой или разделением присадочного металла композиционного типа, могут не являться представительной выборкой присадочного металла, ввиду возможных потерь некоторой части металла сердцевинки на концах образца. Поэтому оболочка и сердцевина сварочных электродов и прутков композиционного типа должны соединиться, прежде чем будет получена представительная выборка присадочного металла. Для этого, в настоящих технических условиях требуется получить чрезвычайно однородный сплавленный образец — для электрода или прутка с металлической сердцевинкой, или наплавку — для композиционного (трубчатого) электрода или прутка с флюсовой сердцевинкой. Эти образцы затем разделяют на части обычными способами.

A8.2 Подготовка сплавленного образца дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа при использовании аргона или гелия в качестве защитного газа позволяет перенести практически все компоненты сварочных прутков композиционного типа через дугу. Могут происходить небольшие потери углерода, но они никогда не превышают потерь при фактической сварочной операции, независимо от процесса. Если в сердцевине присутствуют неметаллические составляющие, они образуют на поверхности наплавленного металла шлак, который должен быть удален и отбракован. Настоящие технические условия классифицируют присадочный металл только на основании химических элементов-металлов. Образцы, свариваемые с помощью дуговой сварки вольфрамовым электродом, должны быть получены с использованием композиционных трубчатых электродов самоэкранирующегося типа, поскольку образование химически активных газов вызовет нестабильность дуги.

A8.3 Сплавленный образец присадочного металла должен быть достаточно большим, чтобы предоставить требуемое для химического анализа количество неразбавленного металла. Размер и форма сплавленного образца не оговариваются, так как это не имеет

значения в случае действительно неразбавленного металла.

A8.4 Металл образца, полученного при сплавлении композиционного присадочного металла в медной форме, будет неразбавленным, поскольку при смешивании основного металла не происходит.

A8.5 Металл образца, полученного наплавлением композиционного присадочного металла, на стальной толстолистовой материал, рис. 1, будет разбавлен и загрязнен примесями основного металла. Чтобы преодолеть такое разбавление основным металлом, наплавки должны быть многослойными. Для получения неразбавленного металла, высота наплавки должна составлять минимум 1/2 дюйма [13 мм] в случае электродов диаметром от 0,045 дюйма до 1/16 дюйма [от 1,2 мм до 1,6 мм], минимум, 5/8 дюйма [16 мм] в случае электродов диаметром от 5/64 дюйма до 0,120 дюйма [от 2,0 мм до 3,0 мм], и минимум, 3/4 дюйма [19 мм] в случае электродов большего диаметра.

A8.6 Чтобы гарантировать получение образца действительно неразбавленного металла из наплавки выбранного размера на выбранной высоте от основного металла, анализ проводят на стружках, полученных из последовательных более низких слоев наплавки. Все неразбавленные слои будут иметь одинаковые результаты химического анализа. То есть, одинаковый состав для двух последовательных слоев наплавленного присадочного металла указывает на то, что последний слой является неразбавленным.

A9. Отмененные классы

Некоторые классы присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. В течение срока действия настоящих технических условий были отменены классы, перечисленные в таблице A2 (по годам их последнего включения в настоящие технические условия).

A10. Информация по технике безопасности

Примечание: Вопросы безопасности и охраны здоровья выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Информация о безопасности и охране здоровья содержится в секции A5 и частично приведена ниже. Аналогичные сведения можно почерпнуть из других источников, в том числе ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, а также из соответствующих федеральных норм и законодательства отдельных штатов

A10.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и сопутствующих им процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабочие поверхности. Эти факторы могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующих мер предосторожности. Рабочие должны носить защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Следует надевать высокие сапоги или кожаные гетры и огнеупорные перчатки. Штанины следует выпускать поверх голенищ обуви. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве должны использоваться затычки для ушей во избежание попадания брызг в ушной канал в сочетании с защитными очками (или их эквивалентом) для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть пятен смазки или масла. В карманах не

должно быть горючих веществ. В случае попадания какого-либо горючего вещества на одежду она должна быть заменена на чистую огнеупорную одежду перед работой с открытыми дугами или огнем. Должны использоваться фартуки, рукава типа пелерины и наплечники с нагрудниками, предназначенные для сварочных работ. Если имеет место сварка или резка необычно толстого основного металла, следует применять дополнительные металлические щиты для повышенной защиты. Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью. Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или другими средствами защиты, рассмотренными в предыдущем абзаце. Прежде чем покинуть рабочую зону, следует маркировать горячие заготовки, чтобы предупредить окружающих об опасности. Не разрешается ремонтировать или отсоединять электрическое оборудование, находящееся под нагрузкой. Результатом отсоединения под нагрузкой является искрение, что может вызвать ожоги и/или поражение электрическим током. (Примечание: Прикосновение к горячим частям оборудования, таким как электрододержатели, наконечники электрода и мундштуки может явиться причиной ожогов. Поэтому следует одевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.)

Более подробная информация о средствах индивидуальной защиты содержится в следующих источниках.

(1) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).⁷

(2) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z41.1, *Защитная обувь*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).

(3) Американское общество по сварке (AWS). ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).⁸

(4) Управление США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA), *Свод федеральных норм*, Заглавие 29 — «Труд», Глава XVII, Часть 1910. Вашингтон, округ Колумбия: Отдел печати Правительства США.⁹

A10.2 Опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу, тем не менее, его можно избежать. Не следует прикасаться к токоведущим частям электрооборудования. Следует прочесть и принять к сведению инструкции и рекомендации по технике безопасности производителя. Источником опасности также является неправильная

установка, заземление, эксплуатация и обслуживание электрического оборудования.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Провод, подсоединенный к изделию, не является заземляющим проводом. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельный вывод.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть плотными, чистыми и сухими. Ненадежные соединения могут перегреваться и даже расплавиться. Более того, они могут создавать опасные электрические дуги и искрение. Нельзя допускать скопления воды, смазки или грязи на штепселях и штепсельных розетках или частях электрооборудования. Влага может послужить проводником для электричества. Во избежание поражения током, рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные соединения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Следует избегать появления напряжения холостого хода. Напряжение холостого хода может суммироваться в случаях, когда несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько электрических агрегатов переменного тока. Суммирование напряжений усиливает тяжесть поражения электрическим током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить пострадавшего от провода под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию (CPR), как только будет устранен контакт с источником напряжения. В таких случаях необходимо вызвать врача и продолжать реанимацию до тех пор, пока дыхание не восстановится или не прибудет врач. Лечение электрических ожогов такое же, как и в случае с термическими; т.е. к пораженным участкам следует прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на область поражения следует наложить чистую сухую повязку, а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Необходимо следовать таким признанным стандартам по технике безопасности как ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, и стандарт Национальной противопожарной ассоциации (NFPA) № 70, Национальный электротехнический кодекс.¹⁰

A10.3 Дымы и газы. Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, образующиеся при сварке из при-

⁷ Стандарты ANSI можно получить в Американском национальном институте стандартов, по адресу: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036.

⁸ Стандарты AWS можно приобрести в отделе Международных проектных документов группы Распространения информации, по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776. Телефон (800) 854-7179, (303) 397-7956; факс (303) 397-2740; Интернет-сайт: www.glo-bal.ihs.com.

⁹ Стандарты OSHA можно получить по адресу: Отдел печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия 20402.

¹⁰ Документы NFPA можно получить в Национальной ассоциации противопожарной защиты по адресу: National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

садочных металлов и флюсов, металла основы и присутствующего на нем покрытия. Газы образуются в процессе сварки или в результате воздействия сварочного излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав этих дымов и газов зависит от состава присадочного металла и основного металла, процесса сварки, величины тока, длины дуги и других факторов.

Возможные последствия их продолжительного воздействия различны по тяжести: от раздражения глаз, кожи и дыхательных путей до более серьезных осложнений. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Дым может вызвать такие симптомы, как тошнота, головные боли, головокружение и отравление парами металла (литейная лихорадка). При использовании особо токсичных материалов существует вероятность более серьезных последствий для здоровья. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье. Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Для того, чтобы избежать попадания дыма и газов в область дыхания и окружающее пространство, следует использовать достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

При наплавлении поверхностей с помощью электродов и прутков классов серий ERFеMn-X следует принимать особые меры предосторожности. В совокупности, дымы, образующиеся при использовании этих электродов, занимают довольно большой объем и содержат значительное количество марганца. Чрезмерное совокупное время нахождения в сварочных дымах, содержащих марганец, может оказать воздействие на центральную нервную систему. Последствиями такого воздействия могут быть мышечная слабость, нарушения координации движений и речи, а также дрожь в руках или ногах. Эти последствия являются необратимыми.

Возможные кратковременные последствия для здоровья из-за чрезмерного воздействия сварочного дыма, выделяемого медными сплавами, включают повышение температуры (литейную лихорадку), боль в мышцах и раздражение дыхательных путей. О других долгосрочных последствиях не известно.

Возможные кратковременные последствия для здоровья из-за чрезмерного воздействия сварочного дыма, выделяемого кобальтовыми сплавами, включают легочное раздражение, кашель и дерматит. К более длительным последствиям относятся фиброз легких и респираторная сверхчувствительность.

Возможные кратковременные последствия для здоровья из-за чрезмерного воздействия сварочного дыма, выделяемого сплавами хрома и никеля, включают тошноту, головные боли, раздражение дыхательных путей и кожную сыпь. Некоторые формы шестивалентного хрома и никеля признаны Национальным институтом по охране труда и промышленной гигиене (NIOSH) канцерогенами. Дополнительную информацию о возможных последствиях воздействия хрома и никеля, содержащихся в сварочном дыме, можно найти в Информационном бюллетене по охране труда и здоровья №4 Американского общества по сварке (AWS).

Отсутствие в данном документе сведений об особых мерах предосторожности в связи с наличием других опасных веществ в сварочных дымах ни в коей мере не умаляет степени их опасности для здоровья человека.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в ходе различных процессов сварки, можно получить в следующих источниках:

(1) Предельно допустимые нормы воздействия по OSHA можно найти в *Сборнике федеральных норм*, Заглавие 29 — «Труд», Глава XVII, Часть 1910.

(2) Рекомендуемые предельно допустимые значения для дымов и газов приведены в документе *Предельно допустимые значения концентрации химических и физических веществ в среде рабочего помещения*, изданном Американской ассоциацией специалистов по промышленной гигиене (ACGIH).¹¹

(3) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке (AWS), опубликованы в отчете *Дымы и газы на месте проведения сварочных работ*.

(4) Сертификат безопасности материалов (MSDS), предоставляемый производителем на изделие.

10.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы могут сопровождаться выделением лучистой энергии (излучением), вредной для здоровья. Необходимо ознакомиться с воздействием этой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (например, рентгеновское излучение), как описано в стандарте AWS C7.1 *Рекомендуемые методы сварки электронным лучом*, или неионизирующей (например, ультрафиолетовое, видимый свет или инфракрасное излучение), как описано ниже. Чрезмерное облучение может иметь различные последствия, например, ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности.

10.4.1 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависят от многих факторов, например, от сварочного процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и наличия покрытия, в том числе листового, на основном металле. В результате некоторых процессов, как, например, контактная сварка и холодная сварка давлением, образуется незначительное количество излучения. Однако большинство дуговых сварок и процессов резки (за исключением дуговой сварки под флюсом при ее правильном применении), лазерная сварка и газовая сварка, резка и пайка твердым или мягким припоем могут сопровождаться выделением значительного количества неионизирующего излучения, что требует соблюдения необходимых мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(a) Допускается смотреть на сварочные дуги только через специальные сварочные фильтры, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности*. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве сварочных фильтров, а использу-

¹¹ Документы ACGIH можно получить по адресу: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Kemper Woods Center, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240.

ются для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(b) Открытые участки кожи необходимо защитить соответствующими перчатками и одеждой, как установлено стандартом ANSI/ASC Z49.1 *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

(c) Следует избегать отражений от сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных отражений. (Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне).

(d) Следует использовать экраны, занавески или предусмотреть достаточное расстояние от проходов и переходов, чтобы защитить проходящих людей от облучения при сварке.

(e) Для дополнительной защиты от ультрафиолетового излучения сварочных дуг используются защитные очки с боковыми защитными щитками.

A10.4.2 Сведения о неионизирующем излучении можно найти в следующих источниках:

(1) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z 136.1, *Безопасное применение лазеров*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(2) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(3) Американское общество по сварке. ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке;

(4) Hinrichs IF. January 1978. Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет. *Welding Journal* 57:62-65;

(5) Marshall W.J., Sloney D.H. и др. Март 1980. Уровни оптического излучения при воздушно-дуговой резке угольным электродом. *Welding Journal* 59(3): 43-36;

(6) Moss C. E. и Murray W. E. Сентябрь 1979. Уровень оптического излучения при газовой сварке и кислородной резке. *Welding Journal* 58(9): 37-46;

(7) Moss C. E. Март 1979. Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные занавески. *Welding Journal* 58: 69-s – 75-s;

(8) Национальная служба технической информации. Защита от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.¹²;

(9) Национальная служба технической информации. Меры защиты от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности воздействия видимого излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке, на сетчатку глаза*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.

¹²Документы NTIS можно получить в Национальной службе технической информации по адресу: National Technical Information Service, Springfield, VA 22161.

ЭЛЕКТРОДЫ ТРУБЧАТЫЕ С ФЛЮСОВОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ И ПРУТКИ ПРИСАДОЧНЫЕ С ФЛЮСОВОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ВОЛЬФРАМОВЫМ ЭЛЕКТРОДОМ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.22



(Идентичны техническим условиям AWS A5.22-95 (R2005). В спорных случаях используется исходный вариант.)

A08

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации трубчатых электродов с флюсовой сердцевинкой из нержавеющей стали для дуговой сварки и присадочных прутков для проварки основания шва методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа.¹ В данных технических условиях рассматриваются только те изделия, сердцевинки которых содержат неметаллические компоненты в количестве не менее 5 % от общей массы электрода или прутка.²

1.2 Содержание хрома в неразбавленном металле шва у этих электродов и прутков составляет не менее 10,5 %³ от номинального, а содержание железа превышает содержание любого другого элемента. В целях классификации содержание железа следует принимать в качестве балансового значения, а содержание всех других элементов считается соответствующим их минимальным установленным значениям.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Классификация

2.1 Сварочные электроды и прутки, рассматриваемые в настоящих технических условиях, класси-

фицируются в соответствии с химическим составом неразбавленного металла шва, как указано в табл. 1, а также в соответствии с позицией при сварке, типом защитного газа и типом сварочного тока, как указано в табл. 2.

2.2 Электроды и прутки, отнесенные к одному классу, могут быть подвергнуты повторной классификации с присвоением другого классификационного обозначения, при условии, что они удовлетворяют критериям этой классификации. В табл. 3 приведены примеры двойной классификации электродов.

3. Приемка

Приемка⁴ материала должна производиться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

4. Сертификация

Указывая номер технических условий⁵ AWS и классификационное обозначение на упаковке или классификационное обозначение на самом изделии, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.

5. Единицы измерения и правила округления

5.1 В настоящих технических условиях в качестве стандартных используются единицы, принятые в США. Единицы СИ приведены как эквивалентные. Стандартные величины и размеры в двух системах единиц не являются идентичными, поэтому стандартный размер в единицах одной системы после преобразования не всегда совпадает со

¹ В стандарте ANSI/AWS A5.22-80 были перечислены классы нержавеющей стали для сварки в защитной атмосфере, состоящей из 98 % аргона и 2 % кислорода (EXXXXT-2). Комбинация шлакового покрытия и данного защитного газа была признана неприменимой для дуговой сварки трубчатым электродом (или прутком), и по этой причине класс EXXXXT-2 исключен из стандарта A5.22-95.

² Изделия из нержавеющей стали с содержанием неметаллического компонента менее 5% (по весу) классифицируются соответствующим образом как электроды или прутки с металлической сердцевинкой согласно ANSI/AWS A5.9, *Электроды и прутки присадочные голые из нержавеющей стали. Технические условия*.

³ Настоящее издание включает классы E502T-X и E505T-X. Эти электроды (хотя они могут различаться в обозначениях) будут также включены в следующее издание стандарта ANSI/AWS A5.29, *Электроды трубчатые из низколегированной стали для дуговой сварки. Технические условия*. Они будут исключены из первого издания стандарта ANSI/AWS A5.22, которое будет опубликовано после выхода нового издания (с указанными поправками) документа ANSI/AWS A5.29.

⁴ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3, «Приемка» (в Приложении), и в ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

⁵ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4, «Сертификация» (в Приложении).

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ШВА

Классификация AWS ^c	Номер по UNS ^d	% по массе ^{a, b}										
		C	Cr	Ni	Mo	Nb + Ta	Mn	Si	P	S	H	Cu
E307TX-X	W30731	0,13	18,0–20,5	9,0–10,5	0,5–1,5	–	3,30–4,75	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308TX-X	W30831	0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308LTX-X	W30835	0,04	18,0–21,0	9,0–11,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308HTX-X	W30831	0,04–0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308MoTX-X	W30832	0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308LMoTX-X	W30838	0,04	18,0–21,0	9,0–12,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309TX-X	W30931	0,10	22,0–25,0	12,0–14,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309LCbTX-X	W30932	0,04	22,0–25,0	12,0–14,0	0,5	0,70–1,00	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309LTX-X	W30935	0,04	22,0–25,0	12,0–14,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309MoTX-X	W30939	0,12	21,0–25,0	12,0–16,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309LMoTX-X	W30938	0,04	21,0–25,0	12,0–16,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309LNiMoTX-X	W30936	0,04	20,5–23,5	15,0–17,0	2,5–3,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E310TX-X	W31031	0,20	25,0–28,0	20,0–22,5	0,5	–	1,0–2,5	1,0	0,03	0,03	–	0,5
E312TX-X	W31331	0,15	28,0–32,0	8,0–10,5	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E316TX-X	W31631	0,08	17,0–20,0	11,0–14,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E316LTX-X	W31635	0,04	17,0–20,0	11,0–14,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E317LTX-X	W31735	0,04	18,0–21,0	12,0–14,0	3,0–4,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E347TX-X	W34731	0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	0,5	не менее 8 × C не более 1,0	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E409TX-X ^e	W40931	0,10	10,5–13,5	0,60	0,5	–	0,80	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E410TX-X	W41031	0,12	11,0–13,5	0,60	0,5	–	1,2	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E410NiMoTX-X	W41036	0,06	11,0–12,5	4,0–5,0	0,40– 0,70	–	1,0	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E410NiTiTX-X ^e	W41038	0,04	11,0–12,0	3,6–4,5	0,5	–	0,70	0,50	0,03	0,03	–	0,5
E430TX-X	W43031	0,10	15,0–18,0	0,60	0,5	–	1,2	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E502TX-X ^f	W50231	0,10	4,0–6,0	0,40	0,45– 0,65	–	1,2	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E505TX-X ^f	W50431	0,10	8,0–10,5	0,40	0,85– 1,20	–	1,2	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E307TO-3	W30733	0,13	19,5–22,0	9,0–10,5	0,5–1,5	–	3,30–4,75	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308TO-3	W30833	0,08	19,5–22,0	9,0–11,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308LTO-3	W30837	0,03	19,5–22,0	9,0–11,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308HTO-3	W30833	0,04–0,08	19,5–22,0	9,0–11,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308MoTO-3	W30839	0,08	18,0–21,0	9,0–11,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308LMoTO-3	W30838	0,03	18,0–21,0	9,0–12,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E308HMoTO-3	W30830	0,07–0,12	19,0–21,5	9,0–10,7	1,8–2,4	–	1,25–2,25	0,25– 0,80	0,04	0,03	–	0,5
E309TO-3	W30933	0,10	23,0–25,5	12,0–14,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309LTO-3	W30937	0,03	23,0–25,5	12,0–14,0	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309LCbTO-3	W30934	0,03	23,0–25,5	12,0–14,0	0,5	0,70–1,00	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309MoTO-3	W30939	0,12	21,0–25,0	12,0–16,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E309LMoTO-3	W30938	0,04	21,0–25,0	12,0–16,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E310TO-3	W31031	0,20	25,0–28,0	20,0–22,5	0,5	–	1,0–2,5	1,0	0,03	0,03	–	0,5
E312TO-3	W31231	0,15	28,0–32,0	8,0–10,5	0,5	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E316TO-3	W31633	0,08	18,0–20,5	11,0–14,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E316LTO-3	W31637	0,03	18,0–20,5	11,0–14,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E316LKTTO-3 ^g	W31630	0,04	17,0–20,0	11,0–14,0	2,0–3,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E317LTO-3	W31737	0,03	18,5–21,0	13,0–15,0	3,0–4,0	–	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E347TO-3	W34733	0,08	19,0–21,5	9,0–11,0	0,5	не менее 8 × C не более 1,0	0,5–2,5	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E409TO-3 ^e	W40931	0,10	10,5–13,5	0,60	0,5	–	0,80	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E410TO-3	W41031	0,12	11,0–13,5	0,60	0,5	–	1,0	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E410NiMoTO-3	W41036	0,06	11,0–12,5	4,0–5,0	0,40– 0,70	–	1,0	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E410NiTiTO-3 ^e	W41038	0,04	11,0–12,0	3,6–4,5	0,5	–	0,70	0,50	0,03	0,03	–	0,5
E430TO-3	W43031	0,10	15,0–18,0	0,60	0,5	–	1,0	1,0	0,04	0,03	–	0,5
E2209TO-X	W39239	0,04	21,0–24,0	7,5–10,0	2,5–4,0	–	0,5–2,0	1,0	0,04	0,03	0,08– 0,20	0,5
E2553TO-X	W39533	0,04	24,0–27,0	8,5–10,5	2,9–3,9	–	0,5–1,5	0,75	0,04	0,03	0,10– 0,20	1,5– 2,5

ТАБЛИЦА 1 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ШВА

Классификация AWS ^c	Номер по UNS _d	% по массе ^{a,b}										
		C	Cr	Ni	Mo	Nb + Ta	Mn	Si	P	S	H	Cu
EXXXTX-G ^h		Не оговорено										
R308LT1-5	W30835	0,03	18,0-21,0	9,0-11,0	0,5	-	0,5-2,5	1,2	0,04	0,03	-	0,5
R309LT1-5	W30935	0,03	22,0-25,0	12,0-14,0	0,5	-	0,5-2,5	1,2	0,04	0,03	-	0,5
R316LT1-5	W31635	0,03	17,0-20,0	11,0-14,0	2,0-3,0	-	0,5-2,5	1,2	0,04	0,03	-	0,5
		не менее 8 x C										
R347T1-5	W34731	0,08	18,0-21,0	9,0-11,0	0,5	не более 1,0	0,5-2,5	1,2	0,04	0,03	-	0,5

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Металл шва следует проанализировать на наличие элементов, значения содержания которых указаны в данной таблице. Если в ходе исследования обнаружены другие элементы (помимо железа), следует определить их общее содержание и убедиться, что оно не превышает 0,50 %.
- Единственное значение соответствует максимальному.
- В данной таблице буква «X» после «Т» относится к позиции при сварке (1 - все пространственные позиции; 0 - нижняя или горизонтальная позиция при сварке, а «X» после тире относится к защитной среде (-1, -4 или -5), как показано в столбце «Классификация AWS» в табл. 2. Расшифровку символа «G», см. в пп. A2.3.7 и 2.3.8 приложения. В A5.22-80 позиция при сварке не была включена в классификационное обозначение. Соответственно, электроды, классифицируемые здесь как EXXXXT-1 или EXXXXT1-1, имели бы обозначение EXXXXT-1 и т.д.
- Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Титан — не менее 10 x C и не более 1,5%.
- См. сноску 3 на стр. 1.
- Данный сплав предназначен для применения в условиях низких температур.
- См. пп. A2.3.7 и A2.3.8.

ТАБЛИЦА 2
НЕОБХОДИМАЯ ЗАЩИТНАЯ СРЕДА, ПОЛЯРНОСТЬ И МЕТОД СВАРКИ

Классификация AWS ^{a,b}	Внешняя защитная среда ^c	Полярность сварки	Метод сварки
EXXXXX-1	CO ₂	DCEP	Дуговая сварка трубчатым электродом (FCAW)
EXXXXX-3	Нет (самоэкранирующийся)	DCEP	Дуговая сварка трубчатым электродом (FCAW)
EXXXXX-4	75-80% аргона/остаток - CO ₂	DCEP	Дуговая сварка трубчатым электродом (FCAW)
RXXXXT1-5	100% аргон	DCEN	Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW)
EXXXXX-G	Не оговорено ^d	Не оговорено ^d	Дуговая сварка трубчатым электродом (FCAW)
RXXXXT1-G	Не оговорено ^d	Не оговорено ^d	Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW)

ПРИМЕЧАНИЯ:

- См. п. 1.1 и сноску 1 к нему относительно исключения классов EXXXXT-2, которые присутствовали в предыдущем издании данного документа.
- Позиции символов «XXX» предназначены для обозначения химического состава (см. табл. 1). Буквой «X» после «Т» обозначается позиция при сварке. «0» означает нижнюю или горизонтальную позицию, «1» — все пространственные позиции.
- Требование о применении заданной защитной среды не является запретом на использование любой другой среды, к которой применим данный тип электродов, в любом процессе, за исключением классификационных испытаний.
- См. дополнительную информацию в пп. A2.3.7 - A2.3.9.

ТАБЛИЦА 3
ПРИМЕРЫ ВОЗМОЖНОЙ ДВОЙНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ
ЭЛЕКТРОДОВ

Первичная классификация	Альтернативная классификация
E308НТХ-1	E308ТХ-1
E308ЛТХ-1	E308ТХ-1
E308ЛТО-3	E308ТО-3
E308ЛТХ-1	E308ЛТХ-4
E309ЛТ1-1	E309ТО-1

ПРИМЕЧАНИЕ: Буквой «Х» после «Т» обозначается позиция при сварке. «0» означает нижнюю или горизонтальную позицию, «1» – все пространственные позиции.

стандартным размером в другой системе. Тем не менее, могут производиться подходящие преобразования от одной системы единиц к другой, если в каждом конкретном случае применяются соответствующие допуски.

5.2. Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунтов/кв. дюйм [10 МПа], а другие значения – с точностью до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29, *Результаты испытаний. Рекомендуемая методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

6. Обзор испытаний

6.1 Требуемые для каждого класса испытания приведены в таблице 4. Целью этих испытаний является определение химического состава, механических свойств и наличия дефектов металла шва. Основным металл испытательного узла, процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в секциях 8–14.

6.2 Химический анализ металла шва проводится для каждого размера электрода и прутка. Испытания по определению механических свойств и бездефект-

ности металла сварного шва проводятся для электродов и прутков, начиная с размера 1/16 дюйма [1,6 мм]. В случае, если данный размер электрода не производится, для классификационных испытаний выбирают ближайший размер из числа выпускаемых. Испытания на изгиб проводятся на электродах наибольшего размера, принятых к производству. Если это требуется согласно табл. 4, испытания угловых сварных швов проводятся на всех диаметрах электродов, запущенных в производство.

7. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального или нового испытательного узла. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

8. Испытательные сварные узлы

8.1 Для испытаний, указанных в табл. 4, требуется 2-4 испытательных сварных узла (в зависимости от испытываемого класса). Эти узлы характеризуются следующим образом:

(a) Наплавка (см. рис. 1) для химического анализа неразбавленного металла шва;

(b) Шов с разделкой кромок (см. рис. 2) для испытаний на растяжение, удар и для радиографического контроля металла шва;

(c) Шов с разделкой кромок (см. рис. 3) для испытаний на изгиб;

(d) Угловой шов (см. рис. 4) для определения применимости электрода или прутка.

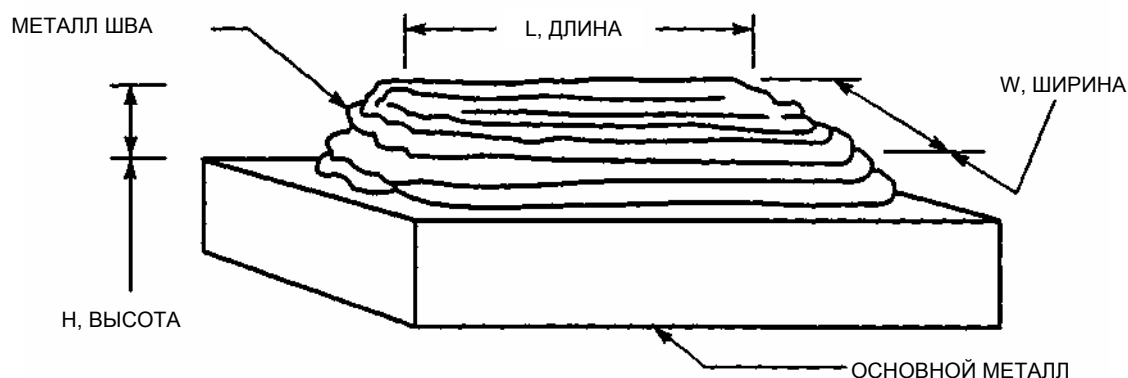
Образец для химического анализа можно отбирать в суженном сечении разрушенного при испытаниях на растяжение образца или из соответствующего участка шва с разделкой кромок (или любого участка

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

	Анализ химического состава	Радиографическое испытание	Испытание на растяжение	Испытание на изгиб с растяжением лицевой стороны шва	Испытание на изгиб с растяжением обратной стороны шва	Испытание на удар	Испытание угловых швов
E2XXHTO-X	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*
E3XXHTO-X	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*
E316LKTO-3	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Требуется	Не треб.*
E4XXHTO-X	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*
E5XXHTO-X	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*
E2XXHT1-X	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*	Требуется
E3XXHT1-X	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Требуется
E4XXHT1-X	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*	Требуется
E5XXHT1-X	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Не треб.*	Не треб.*	Требуется
R3XXHT1-5	Требуется	Требуется	Требуется	Не треб.*	Требуется	Не треб.*	Не треб.*

* Не требуется (см. п. A2.3.8)

РИС. 1. НАПЛАВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ШВА



Классификация AWS	Минимальный размер наплавки								Минимальное расстояние от места отбора образца до поверхности основного металла	
	Диаметр		L		W		H			
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
E3XXTX-X E316LKT0-3	0,035	0,90	3	75	3/4	19	1/2	12,7	3/8	9,5
	0,045	1,2								
	0,052	1,3								
E4XXTX-X	1/16	1,6	3	75	3/4	19	5/8	16	1/2	12,7
E5XXTX-X	5/64	2,0								
E2XXXTX-X	3/32	2,4								
	7/64	2,8	3-1/2	88	1	25	3/4	19	5/8	16
R3XXT1-5	5/64	2,0	3	75	3/4	19	3/8	10	1/4	7,0
	0,087	2,2								
	3/32	2,4								

Число проходов на один слой произвольное.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Ширина и толщина листа основного металла могут иметь любые значения, соответствующие используемому диаметру электрода и величине электрического тока при сварке.
- Участки сварного шва длиной 1 дюйм (25 мм), отмеренные от его начала и конца, отбрасываются. Верхнюю сторону удаляют, и образцы для химического анализа отбираются из нижележащего металла верхнего слоя оставшейся части наплавки.
- Применение медных теплоотводящих подкладок — по усмотрению пользователя.

выше него), показанного на рис. 2А, во избежание необходимости изготовления наплавки. В спорных случаях арбитражным является метод наплавки.

8.2 Подготовка каждого испытательного узла производится согласно пп. 8.3, 8.4 и 8.5. Основной металл для каждого узла должен удовлетворять следующим или эквивалентным условиям.

8.2.1 В качестве основного металла для испытаний всех классов электродов, за исключением электродов с содержанием углерода не более 0,04% (низкоуглеродистые), принимается сталь (углеродистая, легированная, коррозионностойкая сталь или литое железо), в состав которой входит не более 0,25% углерода. В качестве основного металла для этих классов низкоуглеродистых сталей принимается сталь с содержанием углерода не более 0,03% и другие стали с содержанием углерода не более 0,25% с некоторыми ограничениями, приведенными в п. 8.3.2.

8.2.2 Для всех образцов для испытаний на растяжение, на удар и для радиографического контроля должна использоваться сталь подходящего типа. Нержавеющая сталь типа 304 используется при испытаниях классов E3XXTX-X. Как вариант, эта сталь может соответствовать одному из приведенных ниже

технических условий или их эквивалентов, при условии, что два слоя присадочного металла, как показано на рис. 2, наплавлены в виде узких валиков с применением электродов такого же класса, что и проходящие классификацию.

(1) Технические условия ASTM A 285/A 285M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности на растяжение*, марка С.

(2) Технические условия ASTM A36, *Сталь углеродистая конструкционная*.

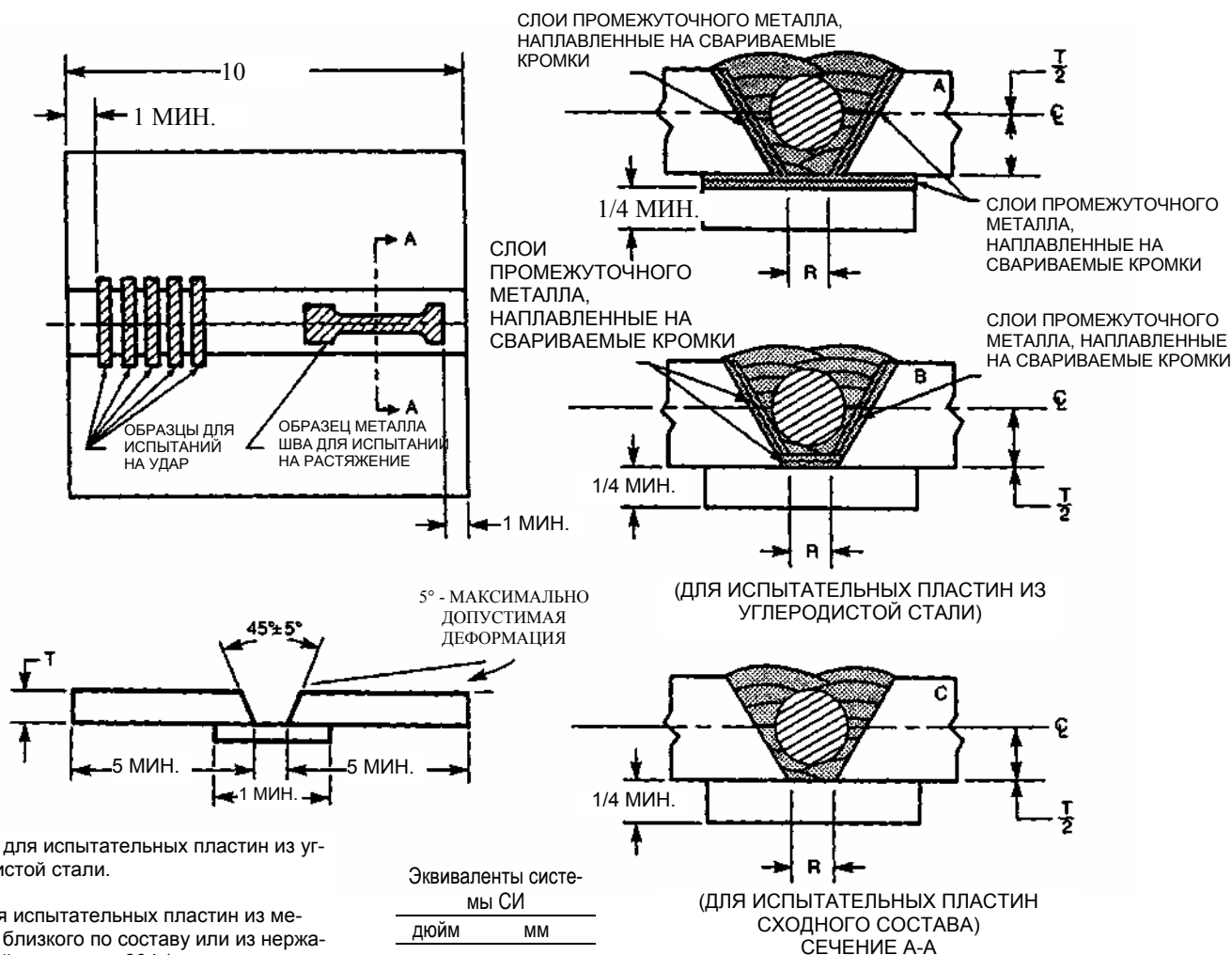
(3) Технические условия ASTM A515, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях средних и высоких температур*, марка 70.

8.2.3 Для проведения испытания на изгиб с растяжением лицевой поверхности образца в качестве основного металла должна использоваться сталь, близкая по составу, или нержавеющая сталь типа 304.

8.2.4 При испытаниях углового шва сталь, используемая в качестве основного металла, должна соответствовать требованиям нижеследующих технических условий:

(1) Для электродов серии 300 — сталь, близкая по составу, или сталь типа 304.

РИС. 2. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ, УДАР И ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ



А и В - для испытательных пластин из углеродистой стали.

С – для испытательных пластин из металла, близкого по составу или из нержавеющей стали типа 304 (только у класса Е3ХХТХ-Х).

Эквиваленты системы СИ	
дюйм	мм
1/4	6,4
1	25
5	125
10	250

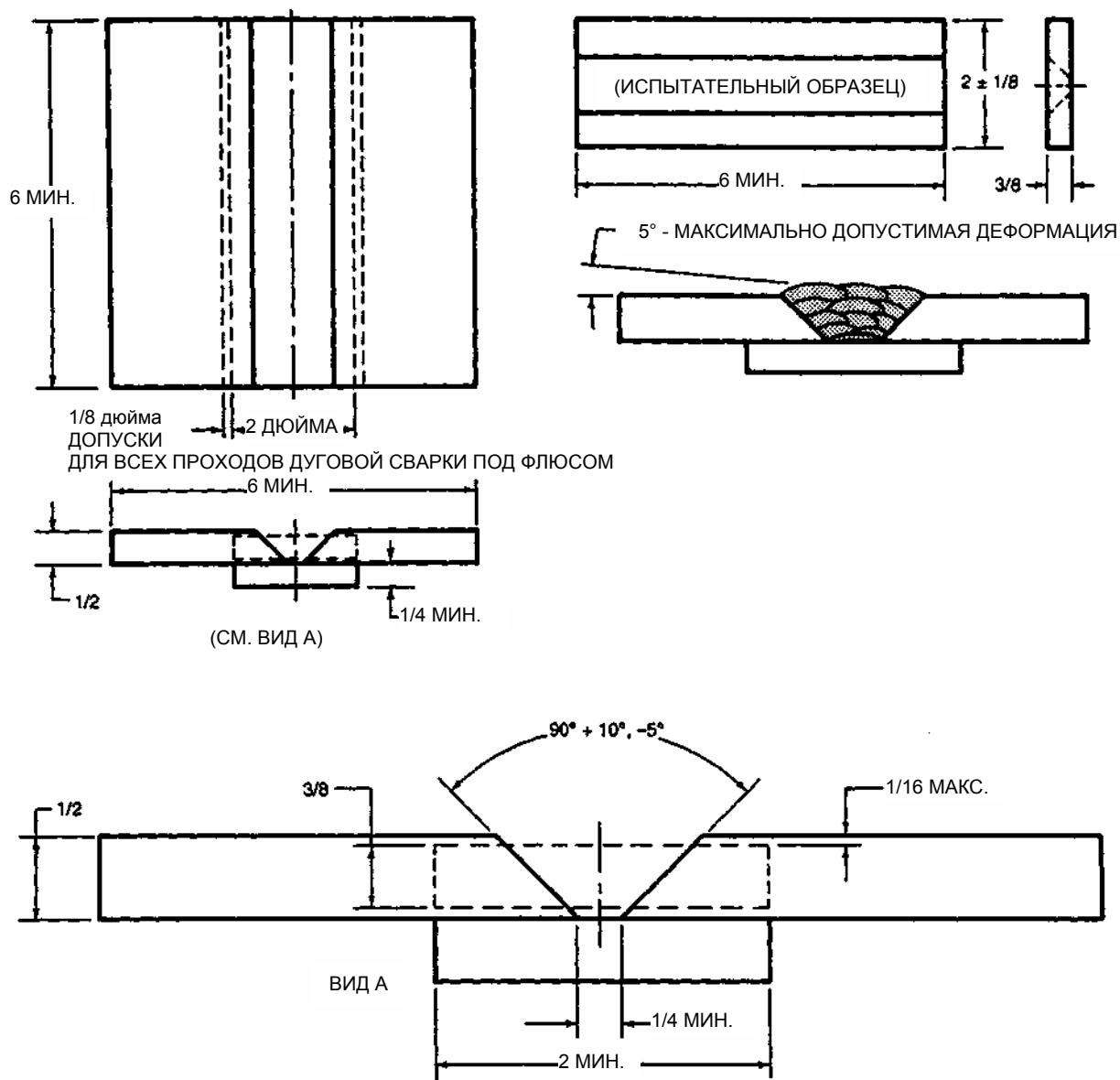
Классификация AWS	Диаметр		(Т) Толщина пла- стины		(R) Зазор между кромками		Рекомендуемое число проходов на слой		Рекомендуемое число слоев
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	Слой 1 и 2	Слой с 3-го по верхний	
E3XXTX-X E316LKT0-3 E4XXTX-X E5XXTX-X E2XXXTX-X	0,035	0,9	1/2	12.7	3/8	9,5	1 или 2	2, 3 или 4	от 6 до 9
	0,045	1,2							
	0,052	1,4							
	1/16 5/64	1,6	3/4	19	3/8	9,5	1 или 2	2 или 3*	от 5 до 8
	3/32	2,0							
		2,4							
	7/64	2,8							
	1/8	3,2	3/4	19	3/8	9,5	1 или 2	2 или 3 *	от 4 до 6
	5/32	4,0							
R3XXT1-5	5/64	2,0							
	0,087	2,2	1/2	12,7	1/4	6,4	1 или 2	2 или 3 *	от 5 до 8
	3/32	2,4							

* Последний слой может выполняться за 4 прохода.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Размеры образца для испытания на растяжение должны соответствовать рис. 6.
2. Для испытательных сварных узлов класса Е316LKT0-3 длина может быть увеличена настолько, насколько это требуется при отборе образцов для испытания на ударную вязкость по Шарпи.

РИС.3А. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ИЗГИБ С РАСТЯЖЕНИЕМ
ВНЕШНЕЙ СТОРОНЫ ШВА



Эквиваленты системы СИ

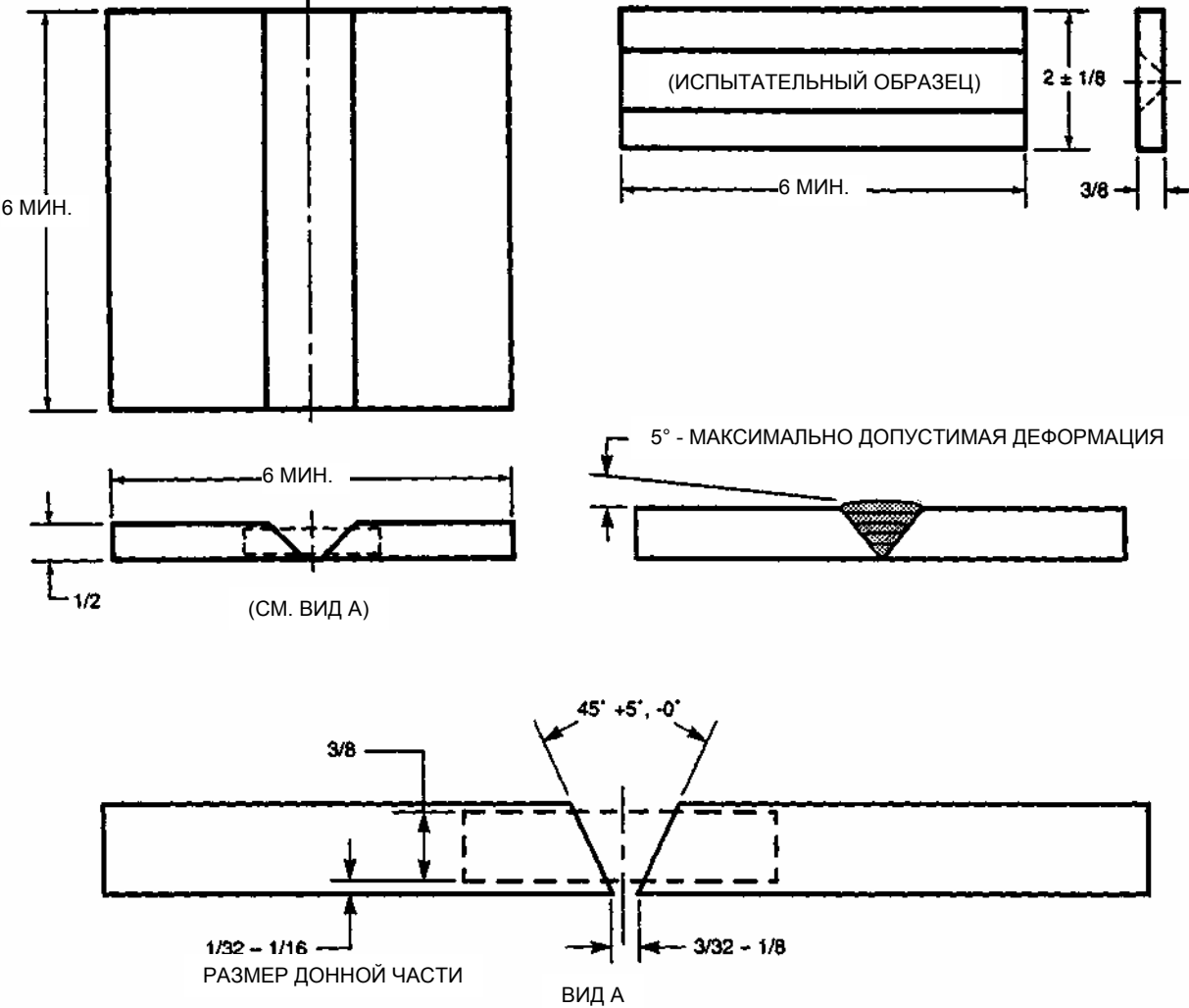
дюйм	мм
1/16	1,6
1/8	3,2
1/4	6,4
3/8	9,5
1/2	12,7
1	25
2	50
6	150

Все размеры, кроме угловых, указаны в дюймах.

Диаметр электрода		Рекомендуемое число проходов на слой		Рекомендуемое число слоев
дюйм	мм	Слой 1	Слои со 2-го по верхний	
0,035	0,90	1	от 2 до 3	от 3 до 5
0,045	1,2			
1/16	1,6			
5/64	2,0			
3/32	2,4	1	от 1 до 2	от 2 до 4
7/64	2,8			
1/8	3,2			
5/32	4,0			

*Последний слой должен выполняться минимум в 2 прохода.

РИС.3В. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ИЗГИБ С РАСТЯЖЕНИЕМ
ОБРАТНОЙ СТОРОНЫ ШВА

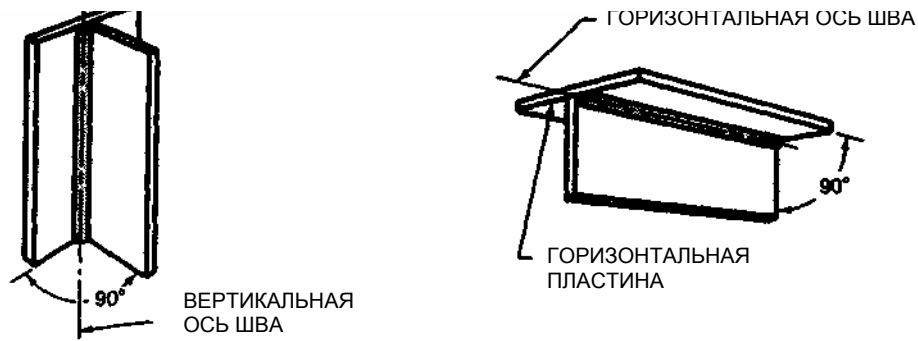


ПРИМЕЧАНИЕ: Удалить часть металла для зачистки поверхности основания шва. Толщина удаляемого металла не должна превышать 1/64 дюйма (0,4 мм).

Эквиваленты системы СИ	
дюйма	мм
1/32	0,8
1/16	1,6
3/32	2,4
1/8	3,2
3/8	9,5
1/2	12,7
2	50
6	150

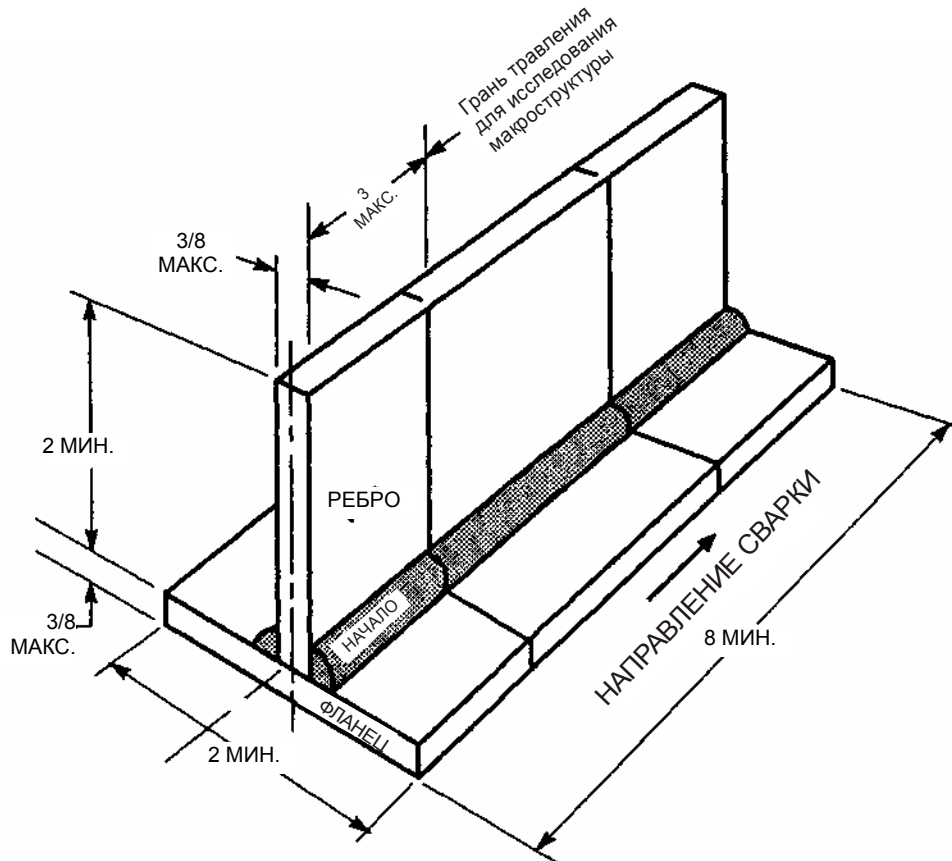
Все размеры, кроме угловых, указаны в дюймах.			Проходов на слой		
Классификация AWS	Диаметр		Слой 1	Слой 1я	Слой с 3-го по верхний
	дюйм	мм			
R3XHT1-5	{ 5/64 0.087 3/32 }		1	1	По необходимости

РИС.4 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ С УГЛОВЫМ ШВОМ



ВЕРТИКАЛЬНЫЕ УГЛОВЫЕ ШВЫ

ПОТОЛОЧНЫЕ (ВЕРХНИЕ) УГЛОВЫЕ ШВЫ



Фланец должен быть прямым и плотно прилегать к обработанному на станке краю ребра по всей длине для обеспечения максимального связывания

ПРИМЕЧАНИЕ: Все размеры, кроме угловых, указаны в дюймах.

Эквиваленты системы СИ

дюйма	мм
3/8	9,5
2	50
3	75
8	200

- (2) Для электродов серии 400 и 500 — сталь, близкая по составу, или углеродистая сталь
- (3) Для электродов из двухфазных сплавов — сталь, близкая по составу, или нержавеющая сталь типа 304.

8.3 Наплавка

8.3.1 Для анализа химического состава следует приготовить наплавку как показано на рис. 1 (кроме случаев, когда вместо наплавки одна из упомянутых в п. 8.1 альтернатив). В соответствии с указаниями п. 8.2. в качестве основы для наплавки используется основной металл. Поверхность основного металла, на который наносится присадочный металл, должна быть чистой. Наплавление должно выполняться в нижней позиции в несколько валиков и несколько слоев до получения неразбавленного сварочного металла. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F (16°C). Возникающий шлак следует удалять после каждого прохода. Величина сварочного тока (в амперах) или скорость подачи проволоки и напряжение дуги должны соответствовать рекомендациям производителя. Тип защитной среды и полярность приводятся в табл. 2. Между проходами наплавку можно закалять в воде (если наплавка предназначена для определения содержания ферритов, см. секцию A6.9). Размеры законченной наплавки для различных диаметров электрода указаны на рис. 1. Испытание узла должно проводиться согласно п. 9, «Химический анализ».

8.3.2 Наплавка должна состоять из как минимум из четырех слоев по высоте. Для получения неразбавленного металла может понадобиться более четырех слоев, если используется основной металл с содержанием углерода выше 0,03% в сочетании с низкоуглеродистым присадочным металлом (например, в обозначении которого есть буква «L»).

8.4 Шов с разделкой кромок

8.4.1 Механические свойства и бездефектность

8.4.1.1 Испытательный узел должен быть подготовлен и сварен согласно рис. 2 и пп. 8.4.1.2 – 8.4.1.3 с использованием основного металла подходящего типа, указанного в таблице 8.2.2.

8.4.1.2 Сварка испытательного узла выполняется в нижней позиции с применением защитной среды и полярности, указанных в табл. 2; величина сварочного тока или скорость подачи проволоки и напряжение дуги принимаются согласно рекомендациям производителя. Испытательный узел следует заранее установить или надежно зафиксировать перед сваркой с тем, чтобы предотвратить деформацию более 5 градусов. Испытательный сварной узел с деформацией более 5 градусов отбраковывается. Выпрямление испытательных узлов не допускается.

8.4.1.3 Значения температуры предварительного нагрева и температуры между проходами приведены в табл. 5. Точка измерения температуры расположена на середине длины узла на расстоянии 1 дюйма (25 мм) от осевой линии шва. Значения этих температур также применимы ко всем проходам наплавки на свариваемые кромок промежуточного металла. По завершении каждого прохода испытательный образец охлаждают на воздухе (а не в воде) до температуры из диапазона, приведенного в табл. 5.

ТАБЛИЦА 5
ТЕМПЕРАТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА И
ТЕМПЕРАТУРА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ ДЛЯ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ШВОВ С РАЗДЕЛКОЙ
КРОМОК

Классификация AWS	Температура			
	минимальная		максимальная	
	°F	°C	°F	°C
E2XXTX-X	60	16	300	150
E3XXTX-X	60	16	300	150
R3XXT1-5	60	16	300	150
E4XXTX-X *	300	150	500	260
E5XXTX-X	300	150	500	260
E6XXTX-X	Не оговорено			

* За исключением класса E410TX-X, для которого установлены минимальная температура предварительного нагрева 400°F (204°C) и максимальная температура между проходами 600°F (316°C).

8.4.1.4 Сварной узел подвергают испытаниям в соответствии с секциями 10, 11 и 13 с послесварочной термической обработкой или без нее, как показано в табл. 6, в зависимости от класса испытываемого изделия.

8.4.2 Испытание на изгиб

8.4.2.1 Испытательный узел должен быть подготовлен и сварен согласно рис. 3А или 3В и пп. 8.4.2.2 – 8.4.2.4 с использованием основного металла соответствующего типа, указанного в таблице 8.2.2.

8.4.2.2 Сварка испытательного узла выполняется в нижней позиции с применением защитной среды, полярности и метода сварки, указанных в табл. 2; величина сварочного тока или скорость подачи проволоки и напряжение дуги принимаются согласно рекомендациям производителя. Испытательный узел следует заранее установить или надежно зафиксировать, с тем чтобы предотвратить деформацию более 5 градусов. Испытательный сварной узел с деформацией более 5 градусов отбраковывается. Выпрямление испытательных узлов не допускается.

8.4.2.3 Значения температуры предварительного нагрева и температуры между проходами приведены в табл. 5. Точка измерения температуры расположена на середине длины узла на расстоянии 1 дюйма (25 мм) от осевой линии шва. По завершении каждого прохода испытательный образец охлаждают на воздухе (а не в воде) до температуры из диапазона, приведенного в табл. 5.

8.4.2.4 При наварке третьего и последующих слоев испытательного узла с применением прутка класса R3XXT1-5 могут использоваться покрытые электроды для дуговой сварки, электроды и прутки с флюсовой или металлической сердцевинной или электроды из сплошной проволоки аналогичного класса.

8.4.2.5 Испытания сварного узла проводятся в состоянии непосредственно после сварки в соответствии с указаниями секции 12, «Испытание на изгиб».

8.5 Угловой шов

8.5.1 Если это требуется согласно табл. 4, испытания угловых швов проводятся для вертикальной и верхней (потолочной) сварочных позиций. Подготовка и сварка испытательного узла выполняются,

ТАБЛИЦА 6
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Классификация AWS ^a	Предел прочности на растяжение, не менее		Относительное удлинение в %, не менее	Послесварочная термообра- ботка
	тыс. фунт/кв.дюйм	МПа		
E307TX-X	85	590	30	Нет
E308TX-X	80	550	35	Нет
E308LTX-X	75	520	35	Нет
E308HTX-X	80	550	35	Нет
E308MoTX-X	80	550	35	Нет
E308LMoTX-X	75	520	35	Нет
E309TX-X	80	550	30	Нет
E309LCbTX-X	75	520	30	Нет
E309LTX-X	75	520	30	Нет
E309MoTX-X	80	550	25	Нет
E309LMoTX-X	75	520	25	Нет
E309LNiMoTX-X	75	520	25	Нет
E310TX-X	80	550	30	Нет
E312TX-X	95	660	22	Нет
E316TX-X	75	520	30	Нет
E316LTX-X	70	485	30	Нет
E317LTX-X	75	520	20	Нет
E347TX-X	75	520	30	Нет
E409TX-X	65	450	15	Нет
E410TX-X	75	520	20	(b)
E410NiMoTX-X	110	760	15	(c)
E410NiTiTX-X	110	760	15	(c)
E430TX-X	65	450	20	(d)
E502TX-X	60	415	20	(e)
E505TX-X	60	415	20	(e)
E308HMoTO-3	80	550	30	Нет
E316LKT0-3	70	485	30	Нет
E2209TX-X	100	690	20	Нет
E2553TX-X	110	760	15	Нет
EXXTX-G			Не оговорено	
R308LT1-5	75	520	35	Нет
R309LT1-5	75	520	30	Нет
R316LT1-5	70	485	30	Нет
R347T1-5	75	520	30	Нет

ПРИМЕЧАНИЕ:

- В данной таблице буква «X» после «Т» относится к позиции при сварке (1 - все пространственные позиции; 0 - нижняя или горизонтальная позиция), а «X» после тире относится к защитной среде (-1, -3 или -4), как показано в столбце «Классификация AWS».
- Испытательный сварной узел (или заготовку из него, из которой механическим способом отбирается образец для испытания на растяжение) нагревают до температуры 1350-1400°F (732-760°C), выдерживают в течение 1 ч, затем охлаждают в печи до 600°F (316°C) со скоростью, не превышающей 100°F (55°C) в час, а после этого охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды.
- Испытательный сварной узел (или заготовку из него, из которой механическим способом отбирается образец для испытания на растяжение) нагревают до температуры 1100-1150°F (593-621°C), выдерживают в течение 1 ч, а после этого охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды.
- Испытательный сварной узел (или заготовку из него, из которой механическим способом отбирается образец для испытания на растяжение) нагревают до температуры 1400-1450°F (760-788°C), выдерживают в течение 4 ч, затем охлаждают в печи до 1100°F (593°C) со скоростью, не превышающей 100°F (55°C) в час, а после этого охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды.
- Испытательный сварной узел (или заготовку из него, из которой механическим способом отбирается образец для испытания на растяжение) нагревают до температуры 1550-1600°F (840-870°C), выдерживают в течение 2 ч, затем охлаждают в печи до 1100°F (593°C) со скоростью, не превышающей 100°F (55°C) в час, а после этого охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды.

как показано на рис. 4, с применением основного металла подходящего класса (см. п. 8.2.4), защитной среды и полярности (см. табл. 2), а величину сварочного тока или скорость подачи проволоки и напряжение дуги принимают согласно рекомендациям производителя. Испытания узла проводятся согласно п. 14, «Испытание углового шва».

8.5.2 При подготовке двух пластин, образующих испытательный узел, одна кромка вертикальной части (ребра) узла должна быть механически обработана по всей длине так, чтобы при установке ребра на основание (фланец), которое должно быть прямолинейным и гладким, был обеспечен тесный контакт по всей длине соединения.

8.5.3 Однопроходный угловой шов выполняют с одной стороны сварного соединения. Сварка в вертикальной позиции должна осуществляться снизу вверх.

8.5.4 После завершения шва на одной стороне соединения узел следует охладить до температуры окружающей среды (но не менее 60°F (16°C)) любым удобным способом, прежде чем начинать сварку на обратной стороне (см. Примечание).

ПРИМЕЧАНИЕ: Если в качестве охладителя используется вода, необходимо позаботиться о ее тщательном удалении в месте соединения перед началом сварки на обратной стороне.

8.5.5 На обратной стороне угловой шов накладывается по той же методике, что и на первой стороне.

9. Химический анализ

9.1 Для анализа электродов и прутков с флюсовой сердцевинкой используется металл шва, а не присадочный металл.

9.2 Образец для химического анализа отбирается либо из наплавки (указания по подготовке см. в п. 8.3), либо ее эквивалента (см. п. 8.1), которые изготовлены с применением присадочного металла и защитной среды, соответствующих их классу.

9.2.1 Образец для химического анализа металла шва отбирается из металла, лежащего выше третьего слоя наплавки на высоте от основного металла, как указано на рис. 1. В металле образца не должно быть включений шлака и других инородных материалов. Для низкоуглеродистых материалов (в классификационном обозначении которых есть буква «L»), если для изготовления наплавки используются основной металл с содержанием углерода более 0,03%, образец следует отбирать из вышележащих слоев.

9.2.2 Образец металла шва, отобранный из суженной части разрушенного образца для испытания на растяжение или из соответствующего места (или из любого места выше него) шва с разделкой кромок согласно рис. 2, должен быть подготовлен для анализа соответствующим механическим способом.

9.3 Образец необходимо подвергнуть анализу с помощью приемлемых методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E353, *Химический анализ нержавеющей, жаропрочной, мартенситностареющей стали и других аналогичных хромоникележелезных сплавов*.

9.4 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 для класса испытываемых электродов или прутков.

10. Радиографическое испытание

10.1 Если требуется согласно табл. 4, шов с разделкой кромок, описанный в п. 8.4.1 и показанный на рис. 2, подвергают радиографическому испытанию для определения наличия дефектов в металле шва. В процессе подготовки к радиографическому испытанию подкладку снимают, и обе поверхности шва подвергают механической обработке или шлифовке заподлицо с поверхностью основного металла или с усилением шва, не превышающим 3/32 дюйма (2,4 мм). Обе поверхности испытательного узла в зоне шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при расшифровке радиографических снимков.

10.2 Радиографические испытания шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E142, *Стандартный метод контроля качества радиографических испытаний*. Должен использоваться уровень качества контроля 2-2T.

10.3 Металл шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявили отсутствие:

- (1) трещин;
- (2) непроваров;
- (3) неполного проплавления;
- (4) скругленных индикаторных следов помимо тех, которые допускаются радиографическими эталонами, показанными на рис. 5A или 5B, в зависимости от случая;

(5)(a) на любом отрезке длиной 6 дюймов (150 мм) испытательного узла, толщина которого составляет 1/2 дюйма (13 мм): отсутствие отдельных шлаковых включений длиной свыше 7/32 дюйма (5,6 мм) и максимальной общей длиной 7/16 дюйма (11 мм) независимо от вида шлаковых включений,

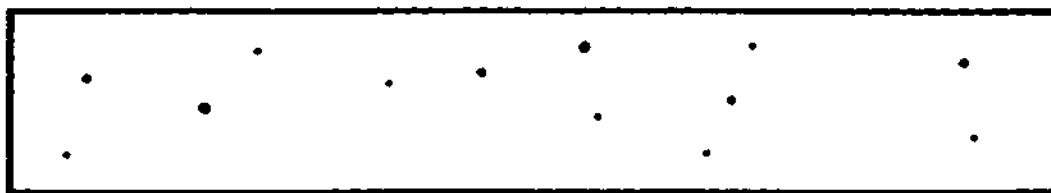
(b) на любом отрезке длиной 6 дюймов (150 мм) испытательного узла, толщина которого составляет 3/4 дюйма (19 мм): отсутствие отдельных шлаковых включений длиной свыше 9/32 дюйма (7,1 мм) и максимальной общей длиной 15/32 дюйма (12 мм) независимо от вида шлаковых включений,

При оценке радиографического снимка участки длиной 1 дюйм (25 мм) сварного шва с начала и конца узла не учитываются.

10.3.1 Скругленным индикаторным следом является такой индикаторный след на радиографическом снимке, длина которого не превышает трехкратного значения ширины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую или неправильную форму и могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если таковой имеется. Следы могут возникать по причине пористости или включений вольфрама.

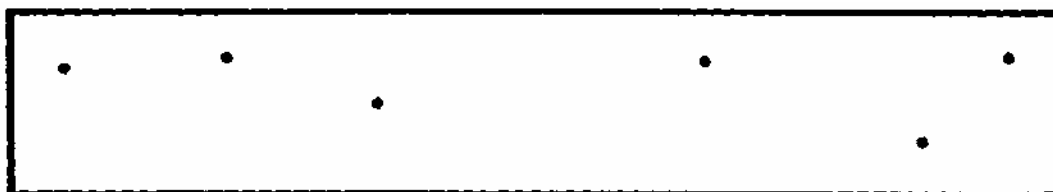
10.3.2 Индикаторными следами, наибольший размер которых не превышает 1/64 дюйма (0,4 мм), можно пренебречь. Испытательные узлы с индикаторными следами, которые превышают по размерам наибольшие скругленные следы, допустимые радиографическими эталонами, не отвечают требованиям данных технических условий.

РИС. 5А РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ - ПЛАСТИНА ТОЛЩИНОЙ 1/2 ДЮЙМА



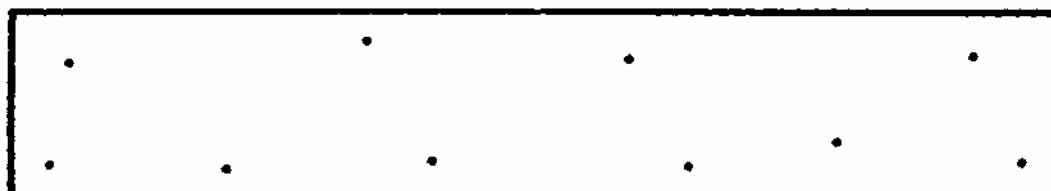
(А) РАЗНООБРАЗНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма (0,4 мм) ДО 1/16 дюйма (1,6 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ДЛИНОЙ 6 ДЮЙМОВ (150 мм) СВАРНОГО ШВА РАВНО 13 СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО КРУПНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 3/64 дюйма (1,2 мм) ДО 1/16 дюйма (1,6 мм) РАВНО 2.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СРЕДНИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 1/32 дюйма (0,8 мм) ДО 3/64 дюйма (1,2 мм) РАВНО 4.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО МЕЛКИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 1/64 дюйма (0,4 мм) ДО 1/32 дюйма (0,8 мм) РАВНО 7.



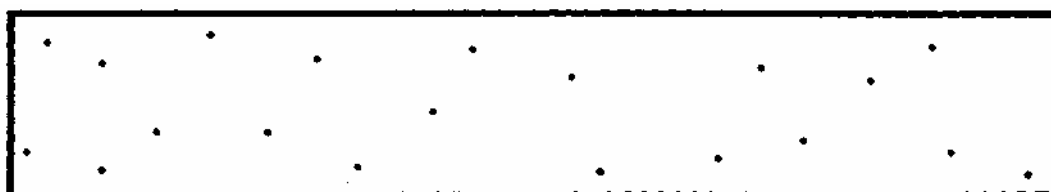
(В) БОЛЬШИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

РАЗМЕР ОТ 3/64 дюйма (1,2 мм) ДО 1/16 дюйма (1,6 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ДЛИНОЙ 6 дюймов (150 мм) СВАРНОГО ШВА РАВНО 6.



(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

РАЗМЕР ОТ 1/32 дюйма (0,8 мм) ДО 3/64 дюйма (1,2 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ДЛИНОЙ 6 дюймов (150 мм) СВАРНОГО ШВА РАВНО 10.



(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма (0,4 мм) ДО 1/32 дюйма (0,8 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ДЛИНОЙ 6 дюймов (150 мм) СВАРНОГО ШВА РАВНО 20.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
2. Поскольку данные испытательные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.

РИС. 5В РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ - ПЛАСТИНА ТОЛЩИНОЙ 1/2 ДЮЙМА



(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

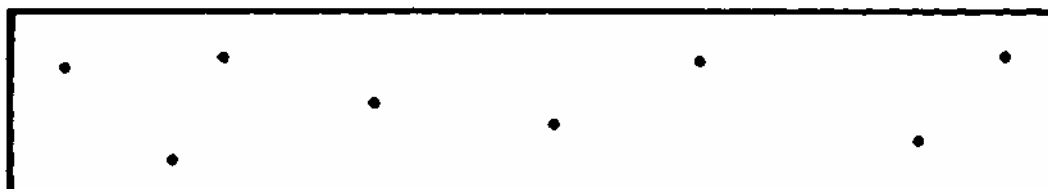
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма (0,4 мм) ДО 1/16 дюйма (1,6 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ ДЛИНОЙ 6 дюймов (150 мм) СВАРНОГО ШВА РАВНО 18 СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО КРУПНЫХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 3/64 дюйма (1,2 мм) ДО 1/16 дюйма (1,6 мм) РАВНО 3.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СРЕДНИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 1/32 дюйма (0,8 мм) ДО 3/64 дюйма (1,2 мм) РАВНО 5.

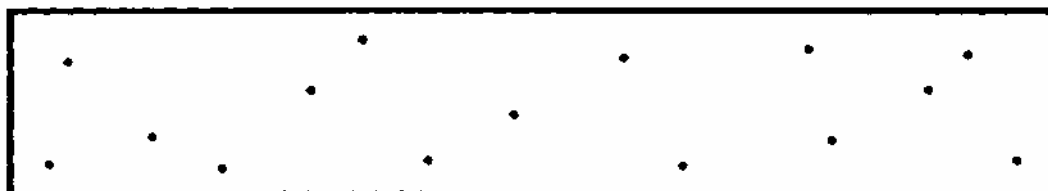
МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО МЕЛКИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 1/64 дюйма (0,4 мм) ДО 1/32 дюйма (0,8 мм) РАВНО 10.



(В) БОЛЬШИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

РАЗМЕР ОТ 3/64 дюйма (1,2 мм) ДО 1/16 дюйма (1,6 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ УЧАСТКЕ СВАРНОГО ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов (150 мм) РАВНО 8.



(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

РАЗМЕР ОТ 1/32 дюйма (0,8 мм) ДО 3/64 дюйма (1,2 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ПО ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ДЛИНОЙ 6 дюймов (150 мм) СВАРНОГО ШВА РАВНО 15.



(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

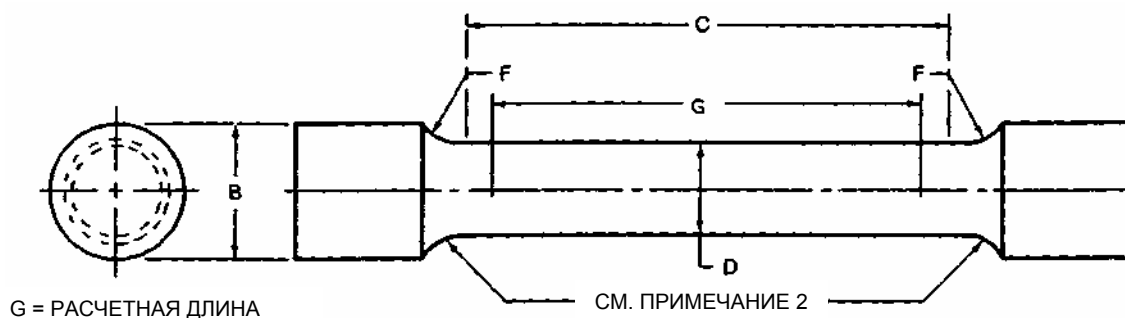
РАЗМЕР ОТ 1/64 дюйма (0,4 мм) ДО 1/32 дюйма (0,8 мм) ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ДЛИНОЙ 6 дюймов (150 мм) СВАРНОГО ШВА РАВНО 30.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
2. Поскольку данные испытательные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.

РИС. 6 ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ



Размеры образца, дюйм						
Толщина испытательного узла	D	G	C	B	F, не более	Приблизительная площадь, дюйм ²
3/4	0,500 ± 0,010	2,000 ± 0,005	2-1/4	3/4	0,38 (3/8)	0,2
1/2	0,250 ± 0,005	1,000 ± 0,005	1-1/4	3/8	0,18	0,05

Размеры образца, мм						
Толщина испытательного узла	D	G	C	B	F, не более	Приблизительная площадь, мм ²
19	12,7 ± 0,25	51 ± 0,13	57	19	9,5	129
12,7	6,4 ± 0,13	25,4 ± 0,13	32	9,5	4,6	32

ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1 Размеры G и C должны соответствовать показанным на рисунке, но концы могут иметь любую форму, подходящую для испытательной установки, при условии сохранения осевой нагрузки.
- 2 Диаметр образца в пределах расчетной длины должен быть в центре немного меньше, чем на концах. Разность не должна превышать 1% диаметра.
- 3 Чистота обработки поверхности в пределах размера C должна быть не грубее 63 микродюймов (1,6 мкм).

11. Испытание на растяжение

11.1 Один образец металла шва для испытания на растяжение должен быть отобран механическим способом из шва с разделкой кромок, описанного в п. 8.4.1 и показанного на рис. 2. Размеры образца должны соответствовать рис.6.

11.2 Образец должен быть испытан в соответствии с требованиями соответствующего раздела стандарта ANSI/AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.*

11.3 Результаты испытания на растяжение должны отвечать требованиям таблицы 6.

12. Испытание на изгиб

12.1 Электроды

12.1.1 Необходимо путем механической обработки изготовить один образец для испытаний на продольный изгиб из испытательного узла со швом с разделкой кромок, описанного в п. 8.4.2 и показанного на рис. 3А.

12.1.2 Подкладка и усиление шва удаляют механическим способом. Затем выполняют шлифование лицевой поверхности образца. Углы лицевой стороны образца слегка скругляют путем обработки напильником или шлифования. Образец для испытания на продольный лицевой изгиб изгибают равномерно на 180 градусов вокруг оправки радиусом 3/4

дюйма (19 мм). Типичное гибочное приспособление показано в стандарте ANSI/AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы механических испытаний сварных швов.* Образец устанавливают так, чтобы растяжению подвергалась лицевая часть шва.

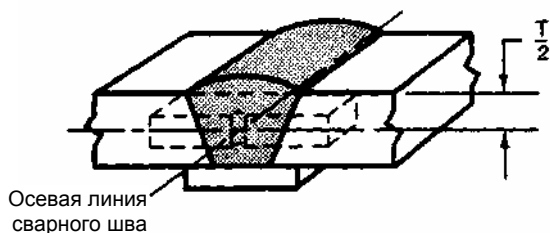
12.1.3 По завершении испытания радиус изгиба образца должен соответствовать заданному значению с подходящим допуском на упругое последствие, а в растянутой грани образца не должно быть дефектов, превышающих по размеру 1/8 дюйма (3,2 мм).

12.2 Прутки

12.2.1 Необходимо путем механической обработки изготовить один образец для испытания на продольный изгиб из испытательного узла со швом с разделкой кромок, описанного в п. 8.4.2 и показанного на рис. 3В.

12.2.2 Усиление шва удаляют механическим способом. Затем выполняют шлифование обеих поверхностей образца. Углы обратной стороны образца слегка скругляют путем обработки напильником или шлифования. Образец для испытания на продольный изгиб основанием шва наружу изгибают равномерно вокруг оправки радиусом 3/4 дюйма (19 мм). Типичное гибочное приспособление показано в стандарте ANSI/AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы механических испытаний сварных швов.* Образец устанавливают так, чтобы растяжению подвергалось основание шва.

**РИС. 7 ОРИЕНТАЦИЯ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦА
ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА УДАР**



ПРИМЕЧАНИЕ: Размеры образца должны соответствовать требованиям стандарта ANSI/AWS B4.0, Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.

12.2.3 По завершении испытания радиус изгиба образца должен соответствовать заданному значению с подходящим допуском на упругое последствие, а в растянутой грани образца не должно быть дефектов, превышающих по размеру 1/8 дюйма (3,2 мм).

13. Испытание на удар (только для электродов класса E316LKTO-3)

13.1 Пять образцов в натуральную величину — 0,394 дюйма на 0,394 дюйма (10 мм на 10 мм) с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи (см. рис. 7) отбирают механическим способом из испытательного сварного узла (см. рис. 2) для испытания электродов класса E316LKTO-3.

13.2 Эти пять образцов подвергают испытанию при температуре -320°F (-196°C) в соответствии с секцией, посвященной испытаниям на удар, стандарта ANSI/AWS B4.0, Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.

13.3 Величину расширения в поперечном направлении измеряют в соответствии со стандартом ASTM E23, Методы испытаний на ударную вязкость с надрезом образца из металлического материала. При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. Для остальных трех образцов, поперечное расширение должно составлять не менее 0,015 дюйма (0,4 мм) при температуре -320°F (-196°C).

14. Испытание угловых швов

14.1 Испытание углового шва, если оно требуется согласно таблице 4, должно проводиться в соответствии с п. 8.5 и рис. 4. Вся внешняя поверхность готового углового шва должна быть осмотрена визуально. Шов не должен иметь трещин или других явных дефектов, которые могли бы повлиять на его прочность. После визуального осмотра отбирается сечение, как показано на рис. 4. Поверхность поперечного сечения образца должна быть отполирована, протравлена, а затем исследована согласно требованиям п. 14.2

14.2 На подготовленную поверхность наносят разметочные линии, как показано на рис. 8, затем непосредственным измерением определяют размер углового шва, катет и выпуклость шва с точностью до 1/64 дюйма (0,4 мм).

14.2.1 Оба угловых сварных шва должны иметь проплавление вплоть до или дальше места сопряжения кромок пластин.

14.2.2 Величины катетов и высоты усиления каждого углового шва не должны выходить за пределы, указанные на рис. 8.

14.2.3 На угловых швах не должно быть видимых признаков трещин.

14.2.4 Швы практически не должны иметь подрезов, наплывов, вкраплений шлака и пористости.

РАЗДЕЛ C — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

15. Способ изготовления

Электроды и прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

16. Стандартные размеры

Стандартные размеры электродов и прутков должны быть такими, как указано в таблице 7.

17. Чистовая обработка и однородность

17.1 Все присадочные металлы должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения) однородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

17.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть изготовлен из материала одной партии. Сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

17.3 Компоненты сердцевинки должны быть достаточно равномерно распределены по длине электрода или прутка, чтобы не оказывать отрицательного влияния на рабочие характеристики электрода и свойства металла шва.

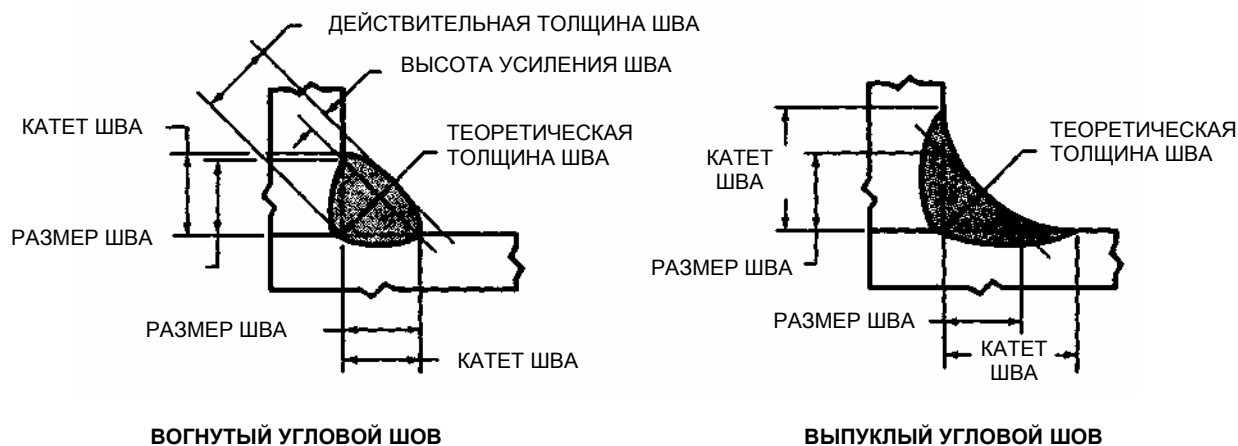
18. Стандартные формы упаковки

18.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры упаковки и вес для каждой формы поставки даны в таблицах 8 и 9. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

18.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

18.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию присадочного металла при нормальном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте (см. рис. 9 10 и 11).

РИС. 8 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАТЕЛЬНОМУ ОБРАЗЦУ С УГЛОВЫМ ШВОМ



ВОГНУТЫЙ УГЛОВОЙ ШОВ

ВЫПУКЛЫЙ УГЛОВОЙ ШОВ

Измеренный калибр углового шва		Максимальная высота усиления шва		Максимальная разность длин катетов углового шва	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
1/8 или меньше	3,0	5/64	2,0	1/32	0,8
9/64	3,5	5/64	2,0	3/64	1,2
5/32	4,0	5/64	2,0	3/64	1,2
11/64	4,5	5/64	2,0	1/16	1,6
3/16	5,0	5/64	2,0	1/16	1,6
13/64	5,0	5/64	2,0	5/64	2,0
7/32	5,5	5/64	2,0	5/64	2,0
15/64	6,0	5/64	2,0	3/32	2,4
1/4	6,5	5/64	2,0	3/32	2,4
17/64	6,5	3/32	2,4	7/64	2,8
9/32	7,0	3/32	2,4	7/64	2,8
19/64	7,5	3/32	2,4	1/8	3,2
5/16	8,0	3/32	2,4	1/8	3,2
21/64	8,5	3/32	2,4	9/64	3,6
11/32	8,5	3/32	2,4	9/64	3,6
23/64	9,0	3/32	2,4	5/32	4,0
3/8 или более	9,5	3/32	2,4	5/32	4,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Размер углового шва равен длине катета наибольшего равнобедренного прямоугольного треугольника, который можно вписать в поперечное сечение углового шва.
- Размер углового шва, высота усиления и длина катетов углового шва должны определяться измерением в натуре (с точностью до 1/64 дюйма [0,4 мм]) в плоскости сечения, обозначенного разметочными линиями.

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ^а

Форма упаковки	Диаметр		Допуск	
	дюйм	мм	дюйм	мм
Бухты с бобинами, Катушки	0,035	0,9	±0,002	±0,05
	0,045	1,2		
	0,052	1,4		
	1/16	(0,062)		
Бухты без бобин Бухты с бобинами Барабаны Катушки	5/64	0,078	±0,003	±0,08
	3/32	(0,094)		
	7/64	(0,109)		
	1/8	(0,125)		
	5/32	(0,156)		
Прямые отрезки ^б	5/64	(0,078)	±0,003	±0,08
	0,087	2,2		
	3/32	(0,094)		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Нестандартные размеры и формы упаковки должны быть согласованы между поставщиком и покупателем.
б. Длина должна равняться 36 дюймам +0, –1/2 дюйма (915 мм +0, –13 мм).

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ БУХТ С БОБИНАМИ, БУХТ БЕЗ БОБИН И БАРАБАНОВ

Бухты						Барабаны	
Без бобин		С бобинами				Наружный диаметр	
Внутренний диаметр бухты		Внутренний диаметр вкладыша		Длина намотанного электрода, не более			
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
12	300	12 ± 1/8	300 ± 3	4 ⁵ / ₈	120	15 ¹ / ₂	400
22 ¹ / ₂	570					20	500
						23	600

ПРИМЕЧАНИЕ: Нестандартные формы упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 9
ТРЕБОВАНИЯ К УПАКОВКЕ^а

Тип упаковки	Размер упаковки		Вес нетто электрода ^б		
		дюйм	мм	фунт	кг
Бухты без бобин	Как установлено покупателем ^с		Как установлено покупателем ^с		
Бухты с бобинами (см. ниже)	Внутренний диаметр	6 ³ / ₄	170	14	6,4
	Внутренний диаметр	12	300	25, 30, 50 и 60	11, 14, 23 и 27
Катушки	Наружный диаметр	4	100	1½ и 2½	0,7 и 1,1
	Наружный диаметр	8	200	10, 15 и 22	4,5; 6,8 и 10
	Наружный диаметр	12	300	25, 30 и 35	11, 14 и 16
	Наружный диаметр	14	350	50 и 60	23 и 27
	Наружный диаметр	22	550	250	110
	Наружный диаметр	24	600	300	140
	Наружный диаметр	30	750	600 и 750	170 и 340
Барабаны	Наружный диаметр	15½	400	Как установлено покупателем ^в	
	Наружный диаметр	20	500	Как установлено покупателем ^в	
	Наружный диаметр	23	575	300 и 600	140 и 270

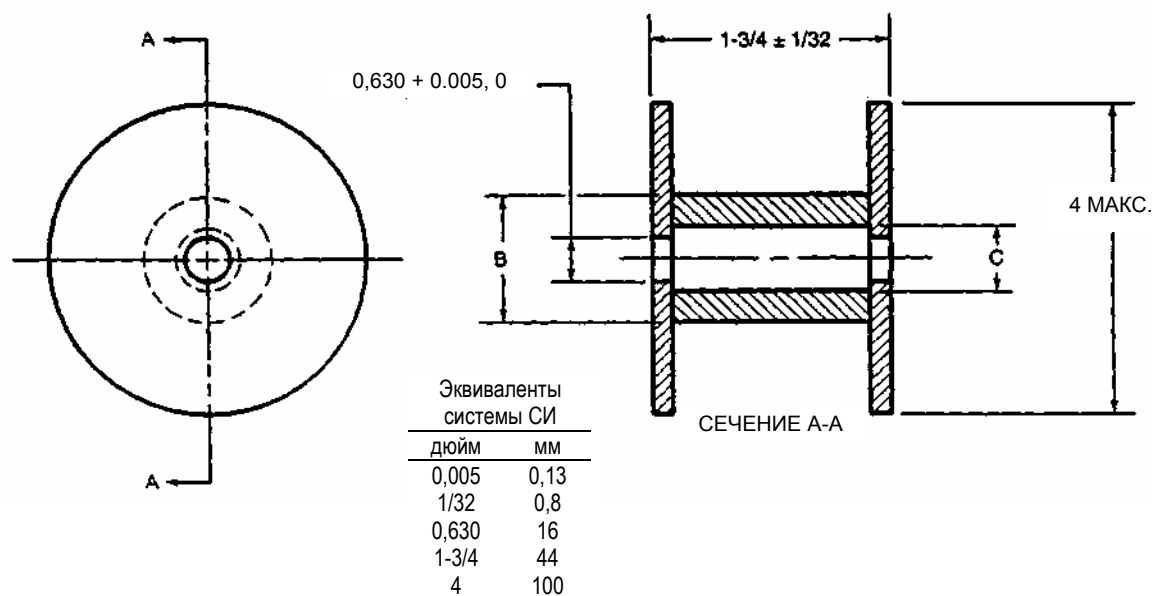
Бухты с бобиной – стандартные размеры и вес^а

Размер электрода	Размеры бухты					
	Вес нетто бухты ^б		Внутренний диаметр вкладыша		Длина намотанного электрода, не более	
	фунт	кг	дюйм	мм	дюйм	мм
Все	14	6,4	6 ³ / ₄ ± 1/8	170 ± 3	3	75
	25 и 30	11 и 14	12 ± 1/8	300 ± 3	2 ¹ / ₂ или 4 ⁵ / ₈	65 или 120
	50 и 60	23 и 27	12 ± 1/8	300 ± 3	4 ⁵ / ₈	120

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Нестандартные размеры и вес допускаются по соглашению между поставщиком и покупателем.
- Допуск на вес нетто составляет ±10 %.
- По соглашению между поставщиком и покупателем.

РИС. 9 СТАНДАРТНАЯ КАТУШКА ДИАМЕТРОМ 4 ДЮЙМА (100 ММ)

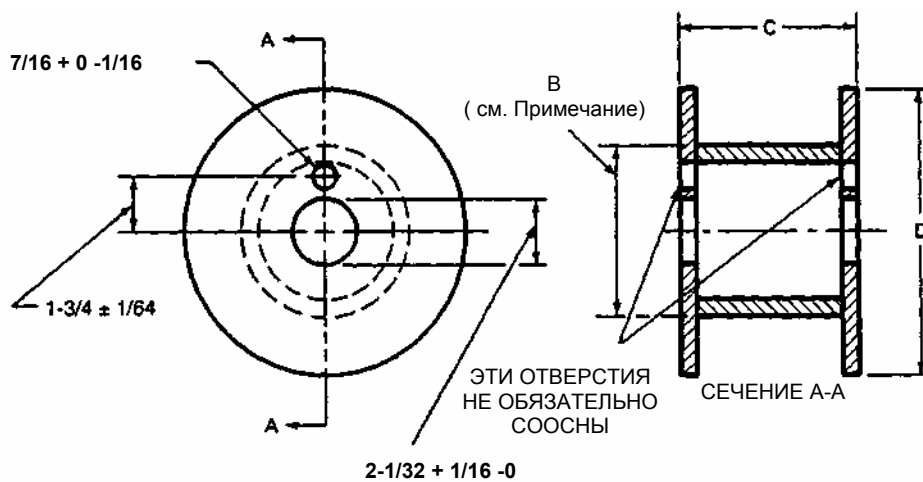


Все размеры, кроме угловых, указаны в дюймах.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Наружный диаметр цилиндрической части (размер В) должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части (размер С) должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.

РИС. 10 СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 8, 12 И 14 ДЮЙМОВ (200, 300 И 350 ММ)

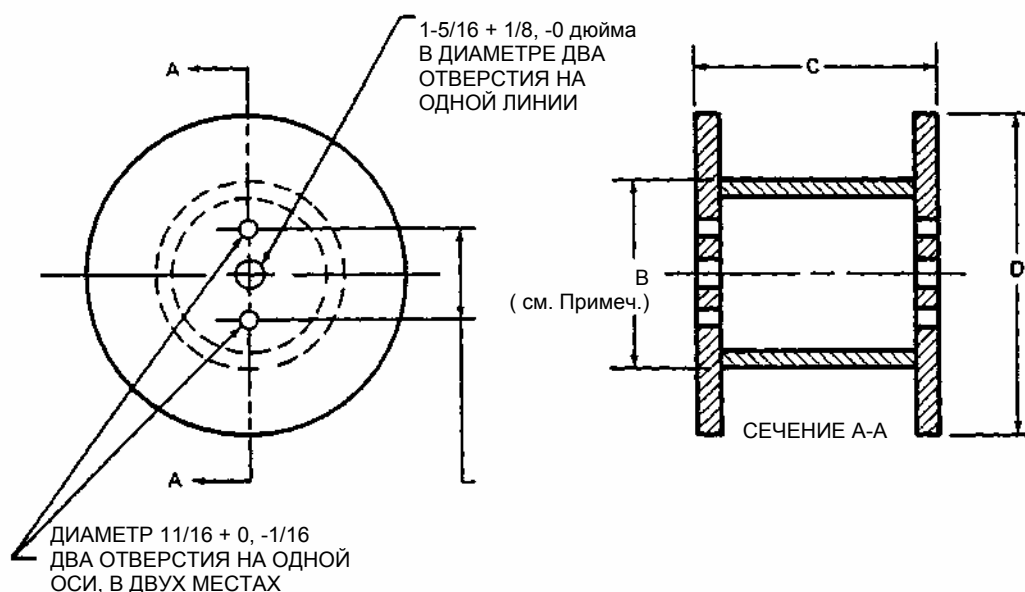


Все размеры, кроме угловых, указаны в дюймах.

Размер катушки		Размер С		Размер D (макс.)		Эквиваленты системы СИ	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
8	200	2-5/32 ± 1/32	55 ± 1	8	205	1/64	0,4
8	200	2-7/8 ± 1/16	75 ± 2	8	205	1/16	1,6
12	300	4 ± 1/16	100 ± 2	12	305	7/16	11
14	350	4 ± 1/16	100 ± 2	14	355	1-3/4	44
						2-1/32	52

ПРИМЕЧАНИЕ: Наружный диаметр цилиндрической части (размер В) должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.

РИС. 11 СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 22, 24 И 30 ДЮЙМОВ (560, 600 И 750 ММ)



Все размеры, кроме угловых, указаны в дюймах.

Размер катушки		Размер D		Размер С, не более	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
22	550	22 ± 1/2	550 ± 12,7	12	300
24	600	24 ± 1/2	600 ± 12,7	13-1/2	338
30	750	30 ± 1/2	770 ± 12,7	13-1/2	338

Эквиваленты системы СИ

дюйма	мм
1/16	1,6
1/8	3
11/16	18
1-5/16	33
2-1/2	63

ПРИМЕЧАНИЕ: Наружный диаметр цилиндрической части (размер В) должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.

19. Требования к намотке

19.1 Присадочный металл должен быть намотан без перекручивания, извивов, сильных перегибов и переклестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец присадочного металла (тот конец, с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить, и закрепить, чтобы предотвратить разматывание.

19.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

20. Маркировка присадочного металла

20.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям секции 21 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту, катушку и барабан.

20.2 Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу проволоки в бухте.

20.3 Для бухт с бобиной такая этикетка прочно закрепляется на видимом месте бобины.

20.4 Катушки должны иметь такую информацию/ прочно нанесенную на видимом месте на наружной стороне, по крайней мере, одного фланца.

20.5 Барабаны должны иметь такую информацию, прочно нанесенную на видимом месте на боковой стороне.

20.6 Настоящие технические условия не предусматривают индивидуальную маркировку сварочных прутков, поставляемых в виде прямых отрезков, но она может быть выполнена по соглашению между поставщиком и покупателем.

21. Упаковка

Присадочные металлы должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

22. Маркировка упаковки

22.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(1) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS;

(2) Наименование поставщика и торговая марка;

- (3) Размер и вес нетто;
- (4) Номер партии, контроля или плавки.

22.2 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов и прутков, в том числе единичные, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и уясните нижеследующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ опасно для глаз и вызывает ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед использованием прочтите и уясните инструкции производителя, перечни мер по безопасному использованию для материала и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Держите голову вне потока дыма.
- Применяйте достаточную вентиляцию, вытяжку в зоне дуги или их сочетание, чтобы удалить дым и газы из зоны дыхания и из всего помещения.
- Применяйте подходящую защиту для глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь токоведущих частей электрооборудования.
- См. Американский национальный стандарт Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, опубликованный Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, Florida 33126; и стандарты по безопасности и гигиене труда Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA) *29 CFR 1910*, которые можно получить в Отделе печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия 20402.

СОХРАНЯЙТЕ ЭТУ ПАМЯТКУ

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS для электродов из нержавеющей стали для дуговой сварки трубчатым электродом и присадочных прутков из нержавеющей стали с флюсовой сердцевинкой для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа

(Данное приложение не является частью AWS A5.22-95 (R2005), *Электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки трубчатым электродом и присадочные прутки из нержавеющей стали с флюсовой сердцевинкой для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Технические условия* и включено только для информации.) **A08**

A1 Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов и присадочных прутков с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. В тех случаях, когда это удастся сделать и является полезным, приводится ссылка на соответствующий основной металл. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл. Настоящее издание технических условий содержит также требования к присадочным пруткам класса RXXXT1-5. Они представляют собой присадочные прутки с флюсовой сердцевинкой, применяемые при заварке основания шва трубы из нержавеющей стали методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в отсутствие защитного газа. В предыдущее издание стандарта A5.22 были включены только сварочные электроды с флюсовой сердцевинкой.

A2 Система классификации

A2.1 Система классификационного обозначения электродов и прутков в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для классификации присадочных металлов.

A2.2 Буква "E" в начале каждого обозначения означает электрод, а "R" – сварочный пруток. Трехзначное или четырехзначное число, например, 308, указывает на химический состав. Следующая за ним буква "T" означает, что рассматриваемое изделие представляет собой электрод или пруток с флюсовой сердцевинкой. Цифра "1" или "0" после "T" определяет рекомендуемую позицию при сварке. Наличие в классификационном обозначении буквы "K" свидетельствует о том, что данный сплав предназначен для применения в условиях низких температур. На рис. A1 наглядно представлена система классификации.

A2.3 Поскольку электроды и прутки классифицируют в соответствии с химическим составом металла шва и типом внешней защитной среды при испытаниях, в классификационном обозначении указывают также дополнительные символы, следующие за "E" или "R".

A2.3.1 Химический состав обозначается трех- или четырехзначным числом и (в некоторых случаях) дополнительными химическими символами и буквами "L" или "H". Присвоение числовых обозначений обычно осуществляется по аналогии с системой числового обозначения Американского института черной металлургии (AISI) для жаропрочных и коррозионностойких сталей, однако есть и некоторые исключения. Для некоторых классов с помощью дополнительных химических символов указывают также модификации основного сплава. Буква "L" обозначает низкое содержание углерода в наплавленном металле. Буква "H" указывает на ограничение содержания углерода по верхней части диапазона, заданного для соответствующего стандартного типа сплава.

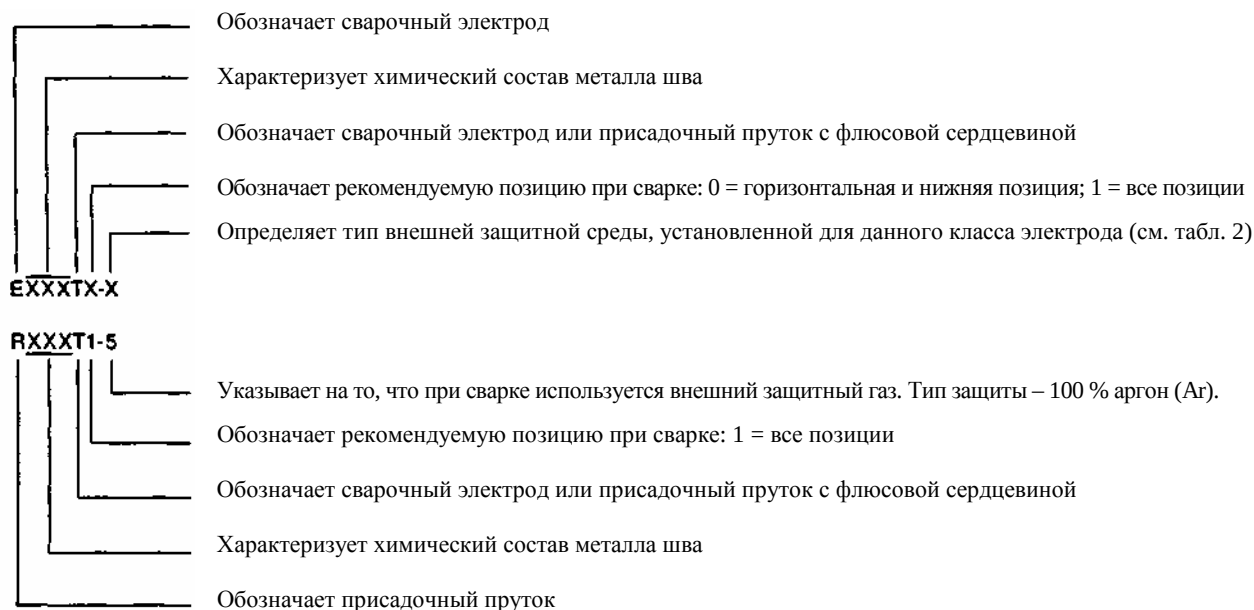
A2.3.2 Символ "K" в классификационном обозначении E316LKT0-3 свидетельствует о том, что металл, наплавленный рассматриваемым электродом, предназначен для применения в условиях низких температур.

A2.3.3 В следующей позиции после химического состава стоит буква "T", которая определяет данное изделие как электрод или пруток с флюсовой сердцевинкой. Цифра "1" или "0" после "T" указывает на рекомендуемую позицию при сварке. После указателя положения и тире идут цифры "1", "3", "4" или "5" или же буква "G." Цифрами "1", "4" или "5" обозначается защитный газ, с которым классифицируется электрод или пруток. Цифра "3" означает, что внешний защитный газ не используется, и что защита сварочной ванны обеспечивается атмосферой и шлаком, выделяемыми флюсовой сердцевинкой. Если в классификационном обозначении присутствует буква "G", это означает, что тип защитной среды, химический состав и механические свойства не установлены и подлежат согласованию между поставщиком и покупателем. У прутков буква "G" означает, что тип защитной среды не задан и подлежит согласованию между поставщиком и покупателем. Подробное разъяснение значения символа "G" см. в п. A2.3.7.

A2.3.4 Общее значение указателей положения истолковывается следующим образом:

- (a) EXXXXT0-X Данный электрод предназначен для сварки в нижней или горизонтальной позициях.
- (b) EXXXXT1-X Данный электрод предназначен для сварки во всех позициях.

РИС. А1 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ



(с) EXXXXT1-5 Данный пруток предназначен для сварки во всех позициях.

A2.3.5 Варианты обозначения защиты, обеспечиваемой флюсовой системой сердцевинной электрода или подводимым извне газом, показаны в табл. 2. Это не исключает возможности использования другой газовой смеси по соглашению между покупателем и поставщиком. Применение альтернативной газовой смеси может привести к изменению сварочных характеристик, химического состава металла шва и механических свойств шва так, что результаты могут не отвечать требованиям, предъявляемым к данному классу.

A2.3.6 Несмотря на то, что механические испытания являются обязательными при классификации электродов и прутков согласно настоящим техническим условиям (см. табл. 6), в классификационном обозначении не указываются требования к таким испытаниям.

A2.3.7 В настоящих технических условиях рассматриваются, в том числе, присадочные металлы класса EXXXXTX-G. Буква "G" указывает на принадлежность присадочного металла к *общему* классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Назначение такой классификации заключается в предоставлении возможности классифицировать в рамках настоящих технических условий те присадочные металлы, которые в том или ином отношении (например, химический состав) отличаются от всех других классов (т.е. в данном примере состав присадочного металла не соответствует химическому составу любого из классов в настоящих технических условиях). Целью при этом является обеспечение возможности немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два присадочных металла, имеющих одинаковое обозначение "G", могут значительно

различаться по некоторым параметрам (например, по химическому составу).

A2.3.8 Указанный выше момент различия (но необязательно величина этого различия) между присадочным металлом класса с обозначением "G" и присадочным металлом этого класса без буквы "G" (а фактически и с ней) будет ясно виден по наличию выражений «не требуется» и «не оговорено» в настоящих технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

Формулировка «*Не оговорено*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет о результатах некоторого конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены.

Формулировка «*Не требуется*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации присадочного металла. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса не были установлены.

Иными словами, если требование не оговорено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести присадочный металл к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность применения конкретного изделия данного класса, то ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику изделия. Покупатель должен также оговорить с поставщиком конкретную методику испытания и приемочные требования. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (посредством документа AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*) в заказ на поставку.

A2.3.9 Запрос о введении нового класса присадочного металла

(1) Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса "G", производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой. Если производитель предпочитает использовать класс "G", Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

(2) Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В запросе должен быть указан срок, к которому должен быть определен новый класс или изменен существующий.

(3) Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

- (a) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса;
- (b) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;
- (c) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;
- (d) подшивает оригинал запроса в дело;
- (3) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

(4) Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(5) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*, как оговорено в данном документе. Любое испытание, прове-

дение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01.

При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, таблица 1 стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

A4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или производитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая партия данного класса, имеющая одинаковый состав. *Сертификация* не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного материала могли проводиться или не проводиться.

Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной «представительной выборки» и применяемая производителем Система обеспечения качества производителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (1) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (2) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (3) интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- (4) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;
- (5) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов* (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A6. Феррит в наплавленном металле

A6.1 Как известно, феррит способствует снижению склонности к образованию трещин в металле шва (растрескиванию); но это не имеет решающего значения. На протяжении многих лет использовались миллионы фунтов полностью аустенитного металла шва, обеспечивающего удовлетворительные рабочие характеристики. В общем случае присутствие феррита дает преимущества в случае ограниченных сварных швов, больших по размеру сварных соединений и вредного влияния трещин на рабочие характеристики швов. Феррит повышает прочность сварных швов. В некоторых средах феррит может оказывать вредное воздействие на стойкость к коррозии. Обычно также считается, что он снижает вязкость материала при низких и высоких температурах эксплуатации, когда феррит может переходить в хрупкую сигма-фазу.

A6.2 Содержание феррита можно измерить по относительной шкале с помощью различных магнитных приборов. Однако Подкомитет по сварке нержавеющей стали при Комитете высоколегированных сталей Исследовательского совета по сварке (WRC) установил, что отсутствие стандартной методики калибровки привело к широкому разбросу показаний, полученных в разных лабораториях. Для образца со средним содержанием феррита 5,0 % были измерены значения от 3,5 % до 8,0 %. При среднем значении 10 % разброс в показаниях составил от 7,0 % до 16,0 %. Для решения этой проблемы Подкомитет Исследовательского совета по сварке (WRC) опубликовал 1 июля 1972 года документ, озаглавленный *Методика калибровки приборов для измерения содержания дельта-ферритов в аустенитном коррозионно-стойком наплавленном металле*.⁶

В 1974 году Американское общество по сварке (AWS) расширило эту методику и подготовило стандарт A4.2, *Стандартная методика калибровки магнитных приборов для измерения содержания дельта-ферритов в аустенитном коррозионно-стойком наплавленном металле*. Всю номенклатуру приборов, используемых для измерения содержания феррита в электродах из коррозионно-стойких сплавов, классифицированных по AWS, можно найти в последнем издании стандарта AWS.

A6.3 Подкомитет WRC утвердил также термин *ферритное число* (FN) для применения вместо процентного содержания феррита, чтобы ясно показать, что измерительный прибор был откалиброван согласно методике WRC. Ферритное число до 10 FN считается равным по значению термину «процентное содержание феррита», который использовался ранее. Ферритное число представляет собой среднее арифметическое значений процентного содержания феррита, используемых в промышленности США и мира. Ожидается, что в результате использования стандартной методики калибровки разброс в показаниях, возникающий вследствие ошибок при калибровке приборов, будет уменьшен примерно до ± 5 % или, самое большее, до ± 10 % от измеренного содержания феррита.

A6.4 По мнению Подкомитета WRC, в настоящее время невозможно точно определить истинное абсолютное содержание феррита в металле шва.

A6.5 Следует ожидать, что даже в неразбавленных наплавках содержание феррита будет различаться от случая к случаю из-за некоторых изменений в переменных сварки и измерений. В большой группе наплавов, полученных из материалов одной плавки или одной партии при использовании стандартной процедуры наплавления металла и подготовки образцов, плюс или минус два значения сигма указывают на то, что результаты 95 % испытаний предположительно попадают в диапазон приблизительно от $\pm 2,2$ FN до 8 FN. Если применяются различные процедуры наплавления и подготовки образца, то расхождения в результатах измерений могут увеличиться.

A6.6 Еще большие расхождения могут возникать, если методика сварки допускает избыточное поглощение азота, что приводит к значительному уменьшению содержания феррита по сравнению с ожидаемым. Значительное поглощение азота может вызвать снижение типичной нормы содержания феррита с 8 FN до 0 FN. Поглощение 0,10 % азота обычно снижает ферритное число примерно на 8.

A6.7 Листовой материал по своему химическому составу приближается к равновесию, при котором его собственное содержание феррита меньше, чем в схожем по составу металле шва. В результате растворения металла шва металлом пластины содержание феррита в нем несколько ниже, чем при отсутствии такого растворения, хотя степень снижения содержания и меняется в зависимости от степени растворения и состава основного металла.

A6.8 Среди электродов серии E300 многие марки электродов, такие как E310, E320, E320LR, E330, E383 и E385, целиком аустенитны.⁷ Электроды E316 могут содержать небольшое количество или вовсе не содержать феррита, если необходимо обеспечить повышенную стойкость к коррозии для последующего применения в определенной среде в условиях высоких или низких температур, в которых наличие феррита оказывает вредное влияние. При необходимости они также могут выпускаться с более высоким содержанием феррита, обычно более 4 FN. Остальные электроды серии E300 могут быть изготовлены с низким содержанием феррита, но наиболее широко применяются изделия с FN выше 4. Вследствие химических ограничений, распространяющихся на данные марки, а также различных производственных ограничений большинство партий будет иметь ферритное число менее 10, и представляется вероятным, что они найдут промышленное применение при значениях FN более 15. У электродов марки E16-8-2 содержание феррита обычно выдерживается на низком уровне, менее 5 FN; а электроды E312, E2553 и E2209 имеют высокое ферритное число, обычно более 20 FN.

A6.9 Для измерения содержания феррита рекомендуется следующая методика:

A6.9.1 Для измерения содержания феррита могут использоваться те же наплавки, что и в п. 8.3, при условии, что два или три верхних слоя подготовлены, как описано в пп. A6.9.3 и A6.9.4. В другом случае наплавки, подробно показанные на рис. A1, подготавливают согласно пп. A6.9.2–A6.9.4. Пластина должна быть выполнена из основного металла типа 301, 302 или 304, соответствующих стандартам

⁶ Исследовательский совет по сварке (WRC), Three Park Avenue, New York, NY 10016.

⁷ Некоторые марки электродов, перечисленные здесь, отсутствуют в данном документе, но включены в стандарт ANSI/AWS A5.4 или ANSI/AWS A5.9.

ASTM A167 или A240 на углеродистую сталь. Если пластина основного металла содержит более 0,03 % углерода и применяется в сочетании с электродом, относящимся к классу низкоуглеродистых сплавов (которые обозначены буквой "L"), наплавка выполняется минимум в четыре слоя. Это необходимо для обеспечения низкого содержания углерода в наплавленном металле.

A6.9.2 Если в качестве основного металла используется сталь типа 301, 302 или 304, то наплавка должна наращиваться до высоты не менее 1/2 дюйма (13 мм). Если в качестве основной пластины используется углеродистая сталь, то для получения неразбавленного металла высота наплавки должна быть не менее 5/8 дюйма (16 мм).

A6.9.3 Наплавление металла производится в нижней позиции в несколько слоев, причем как минимум два последних слоя наносятся с использованием узких валиков. Слои металла можно накладывать уширенными валиками. Величина сварочного тока (в амперах) или скорость подачи проволоки и напряжение дуги должны соответствовать рекомендациям производителя электродов. Тип защитной среды, полярность и сварочный процесс приведены в табл. 2. Поверхность, наплавленная за один проход, должна быть очищена перед следующим проходом. Направление сварки меняется от прохода к проходу. Точки начала и конца сварки должны располагаться на концах наращиваемого образца. Между проходами наплавку можно охлаждать в воде, но не ранее чем через 20 с после завершения очередного прохода. Для двух последних слоев температура между проходами не должна превышать 300 °F (150 °C). Слой металла, наплавленный за последний проход, охлаждают на воздухе до температуры менее 800 °F (427 °C) перед охлаждением в воде.

Наращивание производится между двумя медными пластинами, уложенными параллельно пластине основного металла. Расстояние между медными пластинами зависит от размера электрода и типа или размера применяемой сварочной горелки. Необходимо убедиться, что действие дуги не распространяется на медные пластины, что может привести к растворению меди в металле шва.

A6.9.4 Поверхность законченной наплавки необходимо подготовить так, чтобы она была гладкой, без чешуек, и непрерывной по длине отрезка, на котором будут производиться измерения. Подготовка выполняется любыми подходящими средствами, при условии, что во время механической обработки наплавка не нагревается сверх меры (чрезмерное нагревание может повлиять на результат измерения содержания феррита). Ширина подготовленной наплавки должна составлять не менее 1/8 дюйма (3 мм).

Обработку следует производить с помощью фрезерного драчевого напильника, удерживаемого по обе стороны образца в положении, когда продольная ось напильника перпендикулярна продольной оси образца. Напильник должен быть новым или использованным только для обработки аустенитной коррозионностойкой стали. Обработка должна выполняться плавными движениями (только в одном направлении) по длине образца при давлении на напильник сверху вниз.

A6.9.5 Следует снять не менее шести показаний содержания феррита на обработанной напильником поверхности вдоль продольной оси образца с помощью прибора, откалиброванного в соответствии с методикой, описанной в стандарте ANSI/AWS A4.2, *Стандартная методика калибровки магнитных инструментов для измерения содержания*

дельта-феррита в аустенитной и двухфазной аустенитно-ферритной нержавеющей стали металла сварного шва (последнее издание).

A6.9.6 Полученные шесть значений следует усреднить, а полученное среднее значение преобразовать в ферритное число.

A6.10 Содержание феррита может быть рассчитано, исходя из химического состава металла шва. Подсчет можно выполнить с помощью одной из нескольких диаграмм состояния. К ним относятся диаграмма WRC-1992 (Рис. A2), диаграмма Эспи (Рис. A3) и диаграмма Делонга (Рис. A4). При обращении к разным диаграммам можно получить разброс результатов в широком диапазоне. В нижеследующих параграфах приводятся некоторые разъяснения различий между этими диаграммами и рекомендации по их применению.

A6.10.1 Диаграмма WRC-1992⁸ (Рис. A2) позволяет прогнозировать содержание феррита, выраженное ферритным числом (FN). Эта диаграмма является новейшей из вышеперечисленных. Исследования, проведенные в Подкомитете WRC по вопросам сварки нержавеющей стали, а также в Комиссии II Международного института сварки, показывают более близкое соответствие измеренных и прогнозируемых данных по ферриту при использовании диаграммы WRC по сравнению с диаграммой Делонга. Следует отметить, что прогноз по диаграмме WRC-1992 не зависит от содержания кремния и марганца, так как не было обнаружено их статистически значимого влияния. Применять диаграмму WRC-1992 предпочтительно для нержавеющей сталей серии "300" и двухфазных нержавеющей сплавов. Диаграмма не предназначена для составов, содержащих более 0,2 % азота и более 10 % марганца.

A6.10.2 По диаграмме Эспи⁹ (Рис. A3) рассчитывается скорее процентное содержание феррита, нежели ферритное число для наплавленных металлов серии "200" (см. п. A2.1) с содержанием марганца до 15 % и азота до 0,35 % (азотупрочненная аустенитная нержавеющая сталь).

A6.10.3 Диаграмма Делонга¹⁰ (Рис. A4) является модификацией диаграммы Шефлера¹¹, по которой определяется прогнозируемое ферритное число до 18 FN максимум. Диаграмма включает уровень содержания азота в расчет прогнозируемого FN. По сравнению с диаграммой Шефлера, диаграмма Делонга обеспечивает лучшее соотношение между расчетными и измеренными значениями феррита в наплавленном металле; поэтому диаграмма Шефлера в настоящих технических условиях не приводится. Новая диаграмма WRC-1992 (см. рис. A2) является наиболее точной и предпочтительна для прогнозирования количества феррита в наплавках из нержавеющей стали серии "300". Диаграмма Делонга может быть исключена из последующих изданий данных технических условий.

⁸ Д.Дж. Котецки (D.J. Kotecki), Т.А. Зиверт (T.A. Siewert) Диаграмма состояния WRC-1992 для наплавленных металлов на основе нержавеющей стали: Модификация диаграммы WRC-1988. *Welding Journal* 71[5] 171–178 (1992).

⁹ Р.Х. Эспи (R.H. Esby) Свариваемость азотупрочненных нержавеющей сталей. *Welding Journal* 61[5] 149–156 (1992).

¹⁰ У.Т. Делонг (W.T. DeLong) Лекции Адамса 1974 года; Феррит в металле сварного шва из аустенитных нержавеющей сталей. *Welding Journal* 53[7] 273–286 (1974).

¹¹ А.Е. Шефлер (A.E. Schaeffer) *Metal Progress* 56, 680–680B.

РИС. А2 ДИАГРАММА WRC-WRC-1992 (FN) ДЛЯ МЕТАЛЛА ШВА ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

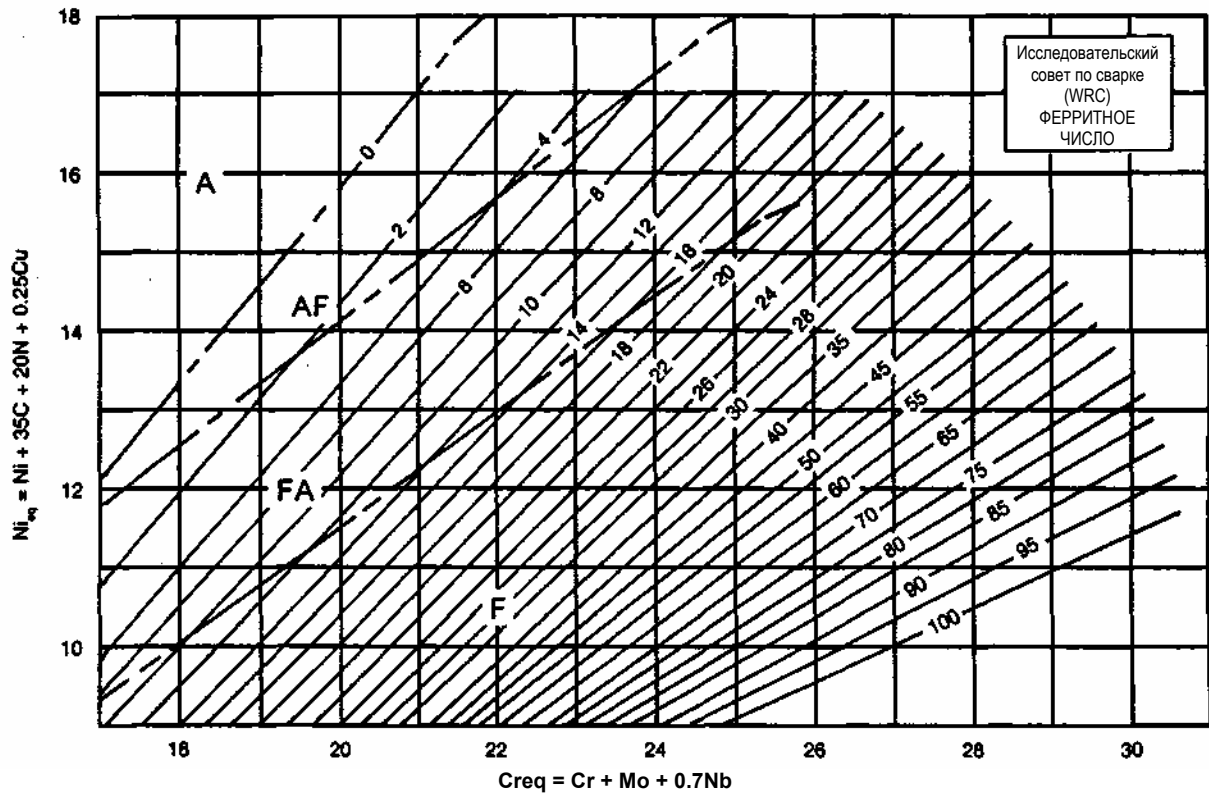


РИС. А3 ДИАГРАММА ЭСПИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ФЕРРИТА ДЛЯ МЕТАЛЛА ШВА ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

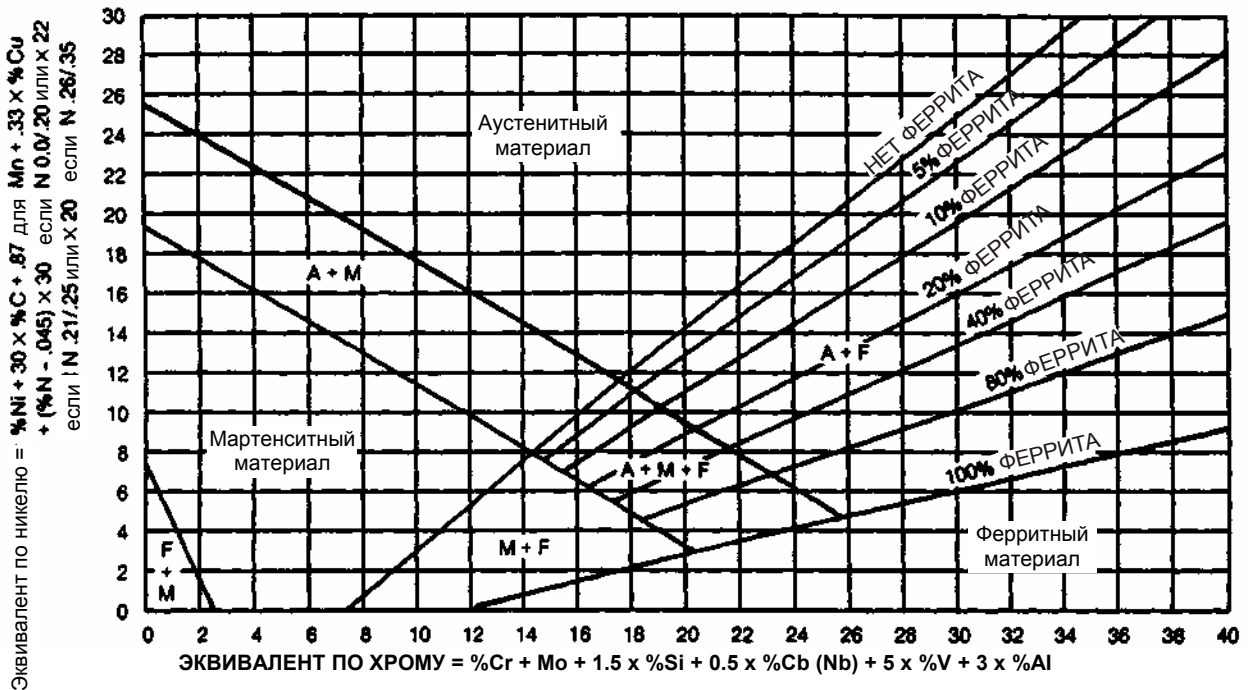
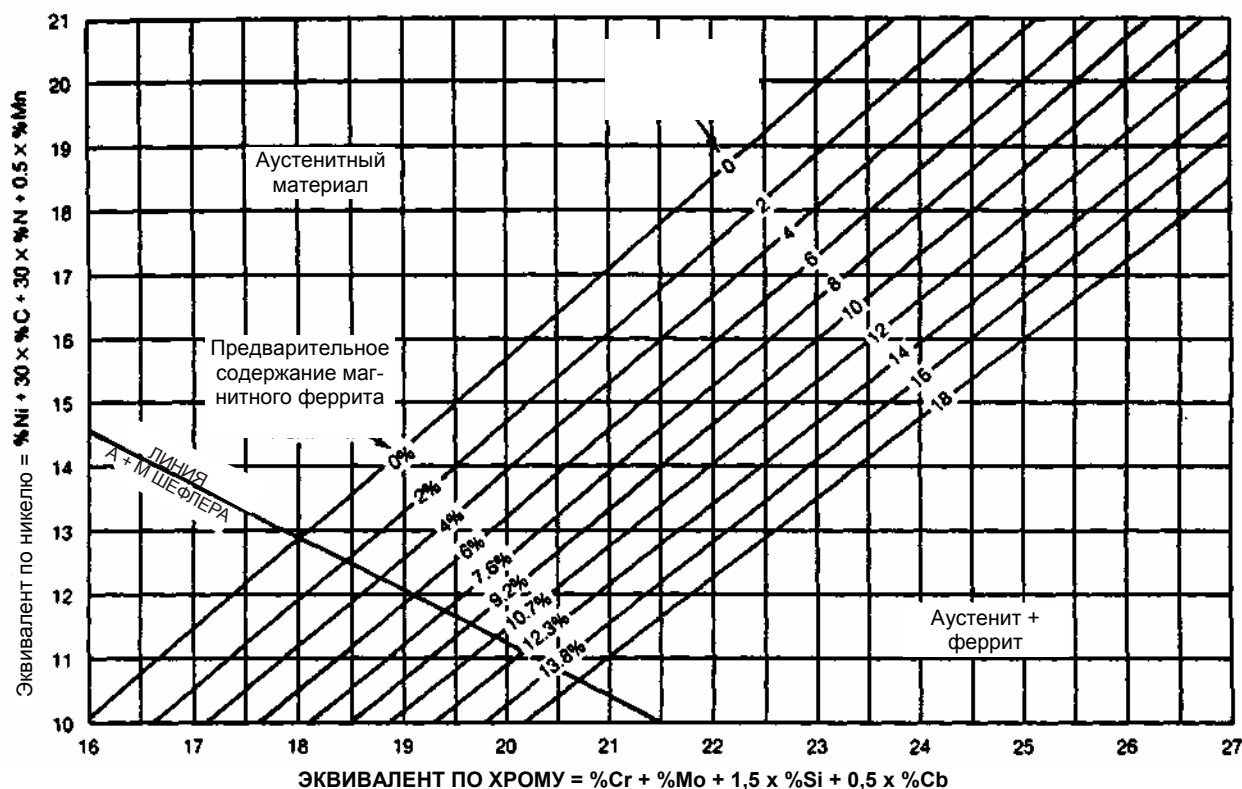


РИС. А4 ДИАГРАММА ДЕЛОНГА ДЛЯ МЕТАЛЛА ШВА ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



Подсчитать эквиваленты по никелю и хрому по данным анализа металла шва. Если данные о содержании азота в металле шва отсутствуют, принять значения 0,06 % для вольфрамового электрода или 0,08 % для плавящегося электрода. Если химический анализ выполнен тщательно, то по данной диаграмме можно прогнозировать значение ферритного числа WRC FN с точностью плюс-минус 3 для 90 % испытаний металлов марок 308, 309, 316 и 317.

A6.10.4 Различия между измеренным и расчетным значениями содержания феррита до некоторой степени зависят от самого содержания феррита в наплавленном металле, увеличиваясь по мере увеличения содержания феррита. Согласованность между расчетным и измеренным значениями содержания феррита также в значительной степени зависит от качества химического анализа. Различия результатов химического анализа, полученных в разных лабораториях, могут оказать значительное влияние на расчетное значение для феррита, изменяя его на величину от 4 до 8 FN.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов и прутков

A7.1 Обзор химического состава

A7.1.1 Требования к химическому составу похожи на приведенные в стандарте ANSI/AWS A5.4, *Электроды из нержавеющей стали для дуговой сварки покрытым электродом. Технические условия*.

A7.1.2 и ANSI/AWS A5.9, *Электроды и прутки голые из нержавеющей стали. Технические условия*.

A7.1.3 Требования к химическому составу для классов EXXXXTX-1 и EXXXXTX-4 во многом схожи. Требования к материалам класса EXXXXTO-3 отличаются от требований к предыдущим двум

классам, поскольку самоэкралирование с помощью шлакообразующей системы не столь эффективно, как защита с помощью той же системы в сочетании с подаваемым извне защитным газом. Таким образом, наплавки класса EXXXXTO-3 обычно отличаются более высоким содержанием азота. Таким образом, чтобы контролировать содержание феррита в наплавленном металле, металл класса EXXXXTO-3 должен иметь другое соотношение Cr/Ni, нежели у классов EXXXXTX-1 и EXXXXTX-4.

Поскольку атмосфера, создаваемая электродами класса E316LKT0-3, обеспечивает более эффективную защиту дуги от поглощения азота по сравнению с электродами других подклассов EXXXXTO-3, соотношение Cr/Ni может быть таким же, как и у EXXXXTX-1 без ущерба для контроля содержания феррита.

A7.2 Предполагаемое использование электродов и прутков

A7.2.1 E307TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 19 Cr; 9,7 Ni; 1,0 Mo и 4 Mn. Электроды такого состава, главным образом, применяются для сварных швов умеренной прочности, обладающих хорошей трещиностойкостью при соединении разнородных сталей, например, аустенитной марганцевой стали с поковками или отливками из углеродистой стали.

A7.2.2 E308TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 19,5 Cr и 10 Ni. Электроды такого состава чаще всего применяются для сварки основных металлов, близких по составу, например AISI 301, 302, 304, 305 и 308.

A7.2.3 E308LTX-X. Состав этого металла шва аналогичен E308TX-X, за исключением содержания углерода. Жесткое ограничение содержания углерода в этом сплаве позволяет обеспечить стойкость к межкристаллитной коррозии за счет выделения карбидов без применения стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Прочность этого низкоуглеродистого сплава при повышенных температурах ниже, чем прочность стабилизированных ниобием сплавов или сплава типа E308 и сплавов, стабилизированных ниобием.

A7.2.4 E308HTX-X. Химический состав металла шва этого класса тот же, что и у E308TX-X, но содержание углерода в них близко к максимально допустимому, т.е. от 0,04 до 0,08 % по массе. Содержание углерода в данном диапазоне обеспечивает более высокие значения прочности на растяжение и предела ползучести при повышенных температурах. Эти электроды главным образом применяются для сварки основного металла типа 304H.

A7.2.5 E308MoTX-X. Химический состав металла шва этого класса тот же, что и у E308TX-X, но содержит дополнительно 2–3 % молибдена. Этот присадочный металл используется для сварки отливок из нержавеющей стали CF8M, так как он сочетается с основным металлом по содержанию хрома, никеля и молибдена.¹² Металл этой марки может также применяться при сварке деформируемых металлов, например, типа 316L, в случае необходимости обеспечить более высокое содержание феррита, нежели позволяют электроды класса E316LTX-X.

A7.2.6 E308HMoT0-3. Химический состав металла шва этого класса соответствует E308MoTX-X, за исключением того, что допустимое содержание углерода ограничено верхней частью диапазона. Повышенное содержание углерода обеспечивает высокую прочность при повышенных температурах.

A7.2.7 E308LMoTX-X. Состав этого металла сварного шва аналогичен E308MoTX-X, за исключением пониженного содержания углерода. Эти электроды рекомендованы для сварки отливок из нержавеющей стали CF3M, так как они сходны с основным металлом в отношении содержания хрома, никеля и молибдена. Металл этой марки может также применяться при сварке деформируемых металлов, например, нержавеющей типа 316L, в случае необходимости обеспечить более высокое содержание феррита, нежели позволяют электроды класса E316LTX-X.

A7.2.8 E309TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 23,5 Cr и 13 Ni. Электроды этого класса обычно применяются при сварке сплавов сходного состава после обработки давлением или в форме отливок. Они также применимы при сварке разнородных металлов, например, при соединении стали типа 304

с низкоуглеродистой сталью, для сварки нержавеющей стороны сталей с плакировкой сталью типа 304 и для нанесения облицовки из нержавеющей стали на листы углеродистой стали. Иногда они применяются для сварки стали типа 304 и подобных основных металлов в жестких агрессивных условиях, требующих высоколегированного металла сварного шва.

A7.2.9 E309LTX-X. Состав этого металла шва аналогичен E309TX-X, за исключением содержания углерода. Жесткое ограничение содержания углерода в этом сплаве позволяет обеспечить стойкость к межкристаллитной коррозии за счет выделения карбидов без применения стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Прочность этого низкоуглеродистого сплава при повышенных температурах ниже, чем прочность стабилизированных ниобием сплавов или сплава типа 309. Обычное применение этого сплава – для первого слоя плакировки углеродистой стали, если не требуется добавок ниобия.

A7.2.10 E309MoTX-X. Химический состав металла шва этого класса тот же, что и у E309TX-X, но содержит дополнительно 2–3 % молибдена. Эти электроды применяются для соединения углеродистых и низколегированных сталей, предназначенных для эксплуатации при температуре ниже 600 °F (316 °C), а также для нанесения покрывающего слоя на углеродистую и низколегированную сталь. Наличие молибдена обеспечивает стойкость к точечной коррозии в галогенной среде и пластичность в условиях высоких температур в соединениях разнородных металлов. Уровень содержания феррита в этом электроде составляет примерно 18 FN.

A7.2.11 E309LMoTX-X. Состав этого металла шва аналогичен E309MoTX-X, за исключением пониженного содержания углерода. Эти электроды применяются для соединения углеродистых и низколегированных сталей, предназначенных для эксплуатации при температуре ниже 600 °F (316 °C), а также для нанесения покрывающего слоя на углеродистую и низколегированную сталь. Наличие молибдена обеспечивает стойкость к точечной коррозии в галогенной среде и пластичность в условиях высоких температур в соединениях разнородных металлов. Уровень содержания феррита в этом электроде составляет примерно 20 FN.

A7.2.12 E309LNiMoTX-X. Состав этого металла шва аналогичен E309LMoTX-X, за исключением пониженного содержания хрома и повышенного содержания никеля. Целью этой модификации является обеспечение пониженного содержания феррита в наплавленном металле (обычно 8–12 FN) по сравнению с классом E309LMoTX-X (16–20 FN). Такой химический состав необходим для применения сварных изделий в целлюлозно-бумажной промышленности. Пониженное содержание феррита приводит к повышению стойкости к коррозии благодаря снижению уровня выделения нитрида хрома.

A7.2.13 E309LCbTX-X. Химический состав металла шва этого класса тот же, что и у E309LTX-X, но содержит дополнительно от 0,7 до 1,0 % Cb (Nb). Эти электроды применяются для наплавления покрытия на углеродистые и низколегированные стали, а также для нанесения первого слоя, стабилизированного ниобием, на такое покрытие.

A7.2.14 E310TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 26,5 Cr и 21 Ni. Электроды этого класса чаще всего применяются для сварки основных металлов, сходных по составу.

¹² Обозначения CF8M и CF3M введены согласно стандарту ASTM A351, *Отливки стальные аустенитные, для эксплуатации в условиях высоких температур. Технические условия.*

A7.2.15 E312TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 30 Cr и 9 Ni. Электроды этого класса чаще всего используются для сварки разнородных металлов, один из которых содержит большое количество никеля. Данный сплав дает двухфазный наплавленный металл со значительным содержанием феррита в аустенитной основе. Даже при значительном растворении образующими аустенит элементами, такими как никель, микроструктура остается двухфазной, а, следовательно, обладает высокой стойкостью к образованию трещин и волосовин в наплавленном металле.

A7.2.16 E316TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 18,5 Cr; 12,5 Ni и 2,5 Mo. Электроды этого класса обычно применяются для сварки сходных по составу сплавов (около 2 % молибдена). Они успешно применяются в определенных случаях, связанных с использованием специальных сплавов, работающих в условиях высоких температур. Наличие молибдена обеспечивает высокий предел ползучести при повышенных температурах и стойкость к точечной коррозии в галоидсодержащей среде.

A7.2.17 E316LTX-X. Состав этого металла шва аналогичен E316TX-X, за исключением пониженного содержания углерода. Жесткое ограничение содержания углерода в этом сплаве позволяет обеспечить стойкость к межкристаллитной коррозии за счет выделения карбидов без применения стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Однако такой низкоуглеродистый сплав обладает меньшей прочностью при повышенных температурах, чем стабилизированные ниобием сплавы.

A7.2.18 E316LKT0-3. По составу этот металл шва аналогичен классу E316LTX-X. Однако эти электроды обладают способностью к «самоэкранированию» и используются главным образом при сварке нержавеющей сталей в целях эксплуатации при низких температурах. Хотя номинальное содержание хрома, никеля и молибдена в присадочном металле класса E316LKT0-3 в основном такое же, как и в других марках семейства E316, необходимо уделить особое внимание увеличению прочности при низких температурах. Минимизацией содержания углерода и азота можно добиться повышения прочности. Низкое содержание азота достигается путем применения более эффективной шлакообразующей системы по сравнению с той, которая используется с электродами класса EXXXT0-3 с самоэкранированием. Присутствие дельта ферритов в металле шва оказывает неблагоприятное влияние на прочность; поэтому химический состав металла шва уравнивают, чтобы обеспечить содержание феррита по максимуму нижнего диапазона (3 FN или менее). Полностью аустенитный металл шва является предпочтительным с точки зрения прочности; однако признано, что тенденция к образованию волосовин в металле шва выше у полностью аустенитных сплавов.

A7.2.19 E317LTX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 19,5 Cr; 13 Ni и 3,5 Mo. Электроды этого класса обычно применяются для сварки сплавов сходного состава исключительно в условиях низких температур. Низкое содержание углерода (не более 0,03 %) в этом присадочном металле уменьшает вероятность межкристаллитного осаждения карбида хрома, в результате чего повышается стойкость к межкристаллитной коррозии без использования стабилизаторов, таких как ниобий или титан. Прочность этого низкоуглеродистого сплава при повышенных температурах

может быть ниже, чем прочность стабилизированных ниобием сплавов или сплава типа 317.

A7.2.20 E347TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 19,5 Cr, 10 Ni с добавлением Cb (Nb) в качестве стабилизатора. Этот сплав часто именуют стабилизированным сплавом типа 308, что означает отсутствие у этого сплава склонности к межкристаллитной коррозии в результате выделения карбидов. Электроды этого класса обычно используются для сварки хромоникелевой нержавеющей стали сходного состава в качестве основного металла в присутствии ниобия в качестве стабилизатора.

Хотя обычно для сплавов типа 347 в качестве стабилизирующего элемента указывают ниобий, следует иметь в виду, что тантал также может присутствовать в этих сплавах. Тантал и ниобий практически одинаково эффективны для стабилизации углерода и обеспечения жаростойкости. Обычная торговая практика рассматривает ниобий как сочетание ниобия и тантала. Если разбавление основным металлом приводит к низкому содержанию феррита или полностью аустенитному наплавлению металла сварного шва, то склонность шва к образованию трещин может значительно возрасти.

A7.2.21 E409TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 12 Cr с добавлением Ti в качестве стабилизатора. Эти электроды, обеспечивающие ферритную микроструктуру, часто используются для сварки основных металлов сходного состава.

A7.2.22 E410TX-X. Этот сплав с содержанием Cr 12 % является самозакаляющимся и поэтому требует термической обработки до и после сварки в целях достижения достаточной пластичности швов, используемых во многих сферах промышленности. Электроды этого класса чаще всего применяются для сварки сплавов сходного состава. Они также применяются для наплавления поверхности углеродистых сталей и обеспечивают стойкость к коррозии, эрозии и истиранию, которые имеют место в седле и других частях клапана.

A7.2.23 E410NiMoTX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 11,5 Cr; 4,5 Ni и 0,55 Mo. Электроды этого класса обычно применяются при сварке отливок CA6NM или аналогичных материалов.¹³ Существуют модификации этих электродов, содержащие меньше хрома и больше никеля, что позволяет исключить феррит в микроструктуре, поскольку феррит ухудшает механические свойства металла. Если послесварочная термическая обработка проводилась при температуре свыше 1150 °F (620 °C), после охлаждения до комнатной температуры микроструктура может обнаружить вторичную твердость из-за присутствия в ней неотпущенного мартенсита.

A7.2.24 E410NiTiTX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 11,5 Cr и 4 Ni с добавлением Ti в качестве стабилизатора. Электроды этого класса чаще всего применяются для сварки основных металлов, сходных по составу.

¹³ Обозначение CA6NM вводится в Технических условиях ASTM A352, *Отливки стальные ферритные и мартенситные, для частей, подвергаемых давлению, при эксплуатации в условиях низких температур.*

A7.2.25 E430TX-X. Это сплав с номинальным содержанием Cr 16,5 % (по массе). Состав сбалансирован за счет введения достаточного количества хрома, обеспечивающего приемлемую коррозионную стойкость в обычных условиях эксплуатации с одновременным сохранением достаточной пластичности в состоянии после термообработки. (Избыток хрома приведет к снижению пластичности.)

В результате сварки электродами класса E430TX-X может получиться частично упрочненная микроструктура, которая требует предварительного нагрева и послесварочной термической обработки. Оптимальное сочетание механических свойств и коррозионной стойкости достигается только в том случае, когда сварное изделие подвергается послесварочной термообработке.

A7.2.26 E502TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 5 Cr и 0,55 Mo. Этот присадочный металл применяется для сварки основного металла сходного состава, обычно в форме труб. Этот сплав является самозакаливающимся. В силу этого в данном случае настоятельно рекомендуется предварительный нагрев и послесварочная термическая обработка.

A7.2.27 E505TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 9,2 Cr и 1,0 Mo. Этот присадочный металл применяется для сварки основного металла сходного состава, обычно в форме труб. Этот сплав является самозакаливающимся и в силу этого настоятельно рекомендуется предварительный нагрев и послесварочная термическая обработка.

A7.2.28 E2209TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 22 Cr, 8,5 Ni и 3,5 Mo. Electroды этого класса применяются для соединения основных металлов на основе двух-фазных сплавов с содержанием хрома примерно 22 %. Микроструктура металла шва состоит из смеси аустенита и феррита. Из-за двухфазной структуры этот сплав причисляют к семейству двухфазных легированных сталей. Этот сплав обладает хорошей стойкостью к трещинообразованию от коррозии под нагрузкой и к точечной коррозии.

A7.2.29 E2553TX-X. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 25,5 Cr, 9,5 Ni и 3,4 Mo. Electroды этого класса применяются для соединения основных металлов на основе двух-фазных сплавов с содержанием хрома примерно 25 %. Микроструктура металла шва состоит из смеси аустенита и феррита. Из-за двухфазной структуры этот сплав причисляют к семейству двухфазных легированных сталей. Двухфазные коррозионностойкие легированные стали сочетают в себе высокую прочность на растяжение и высокий предел текучести одновременно с повышенной стойкостью к точечной коррозии и трещинообразованию от коррозии под нагрузкой.

A7.2.30 R308LT1-5. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 18,5 Cr; 10 Ni и не более 0,03 C. Пруток этого класса с флюсовой сердцевинкой применяется, главным образом, при заварке основания шва соединений труб из нержавеющей стали типа 304 или 304L в тех случаях, когда удаление газовой подушки невозможно или нежелательно. Такой прутки могут применяться только при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа, но с учетом того, что при этом образуется шлаковое покрытие, которое необходимо удалить перед наплавлением следующих слоев. При применении прутка этого класса необходимо следовать инструкциям и указаниям руководства по эксплуатации, предоставляемым производителем.

A7.2.31 R309LT1-5. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 23,5 Cr; 13 Ni и не более 0,03 C. Пруток этого класса

с флюсовой сердцевинкой применяется, главным образом, при заварке основания шва при соединении труб из нержавеющей стали с трубами из аустенитной коррозионностойкой стали в тех случаях, когда удаление газовой подушки невозможно или нежелательно. Повышенное содержание Cr и Ni обеспечивает растворение углеродистой стали и при этом позволяет получить металл шва с достаточным содержанием легирующих элементов, что повышает стойкость к коррозии. Такой прутки могут применяться только при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа, но с учетом того, что при этом образуется шлаковое покрытие, которое необходимо удалить перед наплавлением следующих слоев. При применении прутка этого класса необходимо следовать инструкциям и указаниям руководства по эксплуатации, предоставляемым производителем.

A7.2.32 R316LT1-5. Номинальный состав (в % по массе) этого металла шва выражен так: 18,5 Cr; 13 Ni; 2,5 Mn и не более 0,03 C. Пруток этого класса с флюсовой сердцевинкой применяется, главным образом, при заварке основания шва соединений труб из нержавеющей стали типа 316 или 316L в тех случаях, когда удаление газовой подушки невозможно или нежелательно. Такой прутки могут применяться только при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа, но с учетом того, что при этом образуется шлаковое покрытие, которое необходимо удалить перед наплавлением следующих слоев. При применении прутка этого класса необходимо следовать инструкциям и указаниям руководства по эксплуатации, предоставляемым производителем.

A7.2.33 R347T1-5. Номинальный состав (в % по массе) этого класса выражается так: 19,5 Cr, 10 Ni с добавлением Nb (Nb) и Ta в качестве стабилизаторов. Пруток этого класса с флюсовой сердцевинкой применяется, главным образом, при заварке основания шва соединений труб из нержавеющей стали типа 347 в тех случаях, когда удаление газовой подушки невозможно или нежелательно. Такой прутки могут применяться только при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа, но с учетом того, что при этом образуется шлаковое покрытие, которое необходимо удалить перед наплавлением следующих слоев. При применении прутка этого класса необходимо следовать инструкциям и указаниям руководства по эксплуатации, предоставляемым производителем.

A8. Специальные испытания

A8.1 Механические свойства. Для определения пригодности материалов в некоторых случаях могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные испытания для определения таких свойств, как твердость, коррозионная устойчивость, а также механических свойств при более высоких или более низких рабочих температурах. Положения о заказе таких испытаний устанавливаются стандартом AWS A5.01. Данный раздел приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания. Эти испытания могут проводиться по соглашению между поставщиком и покупателем.

Может возникнуть необходимость проведения испытания механических свойств образцов сварного соединения, если предполагаемое применение связано со сваркой разнородных металлов. Методика механических испытаний таких сварных соединений должна соответствовать требованиям стандарта ANSI/AWS B4.0. На результаты испытания образцов сварного соединения могут оказывать влияние свойства основного металла, и эти испытания могут оказаться неподходящими для проверки свойств металла шва. Такие испытания должны рассматриваться как испытания по квалификационной оценке электродов

и прутков. Если производственные стандарты требуют проведения испытаний сварных швов после термической обработки в условиях, отличных от указанных в табл. 6, то может быть желательным использовать для испытаний образцы металла сварного шва, прошедшего термическую обработку. При подготовке таких образцов следует пользоваться методикой, приведенной в п. 8.4.

А8.2 Испытания на стойкость к коррозии и образованию окалины. Хотя швы, выполненные электродами или прутками, рассматриваемыми в данных технических условиях, обычно применяются в требующих жаропрочности и коррозионной стойкости условиях, представляется нецелесообразным требовать проведения испытаний сварных швов или образцов металла шва на коррозионную стойкость или окалиностойкость. Такие специальные испытания, имеющие значение для предполагаемых условий эксплуатации, могут проводиться по согласованию между заказчиком и поставщиком. Настоящая секция приводится здесь в качестве руководства для тех, кто желает оговорить проведение таких специальных испытаний.

А8.2.1 Испытания образцов сварных соединений на коррозионную стойкость или окалиностойкость имеют то преимущество, что конструкция соединения и методика сварки могут быть идентичны тем, которые применяются на производстве. Однако пользователю следует иметь в виду, что при испытании определяют свойства металла шва, основного металла в зоне термического воздействия сварки и не затронутого сваркой основного металла в совокупности. Кроме того, представляется затруднительным получить воспроизводимые результаты, если существуют различия между скоростью коррозии или окислению различных металлических структур (металл шва, зона термического воздействия и незатронутый сваркой основной металл). Испытательные образцы трудно стандартизировать, если способ сварки и конструкция соединения будут рассматриваться как переменные. Образцы сварных соединений для испытания на коррозионную стойкость не могут использоваться при проведении квалификационной оценки процедур сварки электродами.

А8.2.2 Образцы металла шва для испытания на коррозионную стойкость или окалиностойкость подготавливаются в соответствии с методикой подготовки наплавки для химического анализа (см. секцию 9). Размер наплавки должен составлять не менее $\frac{3}{4}$ дюйма (19 мм) в высоту, $2\frac{1}{2}$ дюйма (65 мм) в ширину и $1 + n\frac{1}{8}$ дюйма ($25 + n16$ мм) в длину, где "n" — число образцов, отбираемых из наплавки. Образцы размером $\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ дюйма ($13 \times 50 \times 6,4$ мм) получают механической обработкой из верхней части наплавки таким образом, чтобы сторона образца размером 2 дюйма (50 мм) была параллельна ширине наплавки $2\frac{1}{2}$ дюйма (65 мм), а сторона образца размером $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм) — параллельна длине этого слоя.

А8.2.3 Термическая обработка, чистовая обработка поверхности и маркировка образцов, предшествующие испытаниям, должны производиться в соответствии с установившейся практикой проведения испытаний аналогичных сплавов в ковальной или литой формах. Процедура испытания должна соответствовать требованиям стандарта ASTM G4, *Коррозия металлов. Метод проведения испытаний на заводском оборудовании*, или ASTM A262, *Сталь нежелезавеющая аустенитная. Методы определения восприимчивости к межкристаллитной коррозии*.

чие поверхности. Эти факторы могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующих мер предосторожности. Рабочие должны носить защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Следует надевать высокие сапоги или кожаные гетры и огнеупорные перчатки. Штанины следует выпускать поверх голенищ обуви. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве должны использоваться затычки для ушей во избежание попадания брызг в ушной канал в сочетании с защитными очками (или их эквивалентом) для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть пятен смазки или масла. В карманах не должно быть горючих веществ. В случае попадания какого-либо горючего вещества на одежду она должна быть заменена на чистую огнеупорную одежду перед работой с открытыми дугами или огнем. Должны использоваться фартуки, рукава типа пелерины и наплечники с нагрудниками, предназначенные для сварочных работ. Если имеет место сварка или резка необычно толстого основного металла, следует применять дополнительные металлические щиты для повышенной защиты. Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью.

Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или другими средствами защиты, рассмотренными в предыдущем абзаце. Прежде чем покинуть рабочую зону, следует маркировать горячие заготовки, чтобы предупредить окружающих об опасности. Не разрешается ремонтировать или отсоединять электрическое оборудование, находящееся под нагрузкой. Результатом отсоединения под нагрузкой является искрение, что может вызвать ожоги и/или поражение электрическим током. (Примечание: Прикосновение к горячим частям оборудования, таким как электрододержатели, наконечники электрода и мундштуки, может явиться причиной ожогов. Поэтому следует одевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.)

Более подробная информация о средствах индивидуальной защиты содержится в следующих источниках:

(1) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).

(2) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z41.1, *Защитная обувь*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).

(3) Американское общество по сварке (AWS). ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).

(4) Управление США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA), *Свод федеральных норм*, Заглавие 29 — Труд, Глава XVII, Часть 1910. Вашингтон, округ Колумбия: Отдел печати Правительства США.

А9. Информация по технике безопасности

А9.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и сопутствующих им процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабо-

¹⁴ Стандарты OSHA можно получить по адресу: U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

A9.2 Опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу, тем не менее, его можно избежать. Не следует прикасаться к токоведущим частям электрооборудования. Следует прочесть и принять к сведению инструкции и рекомендации по технике безопасности производителя. Источником опасности также является неправильная установка, заземление, эксплуатация и обслуживание электрического оборудования.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Провод, подсоединенный к изделию, не является заземляющим проводом. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельный вывод.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть плотными, чистыми и сухими. Ненадежные соединения могут перегреваться и даже расплавиться. Более того, они могут создавать опасные электрические дуги и искрение. Нельзя допускать скопления воды, смазки или грязи на штепселях и штепсельных розетках или частях электрооборудования. Влага может послужить проводником для электричества.

Во избежание поражения током рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные соединения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Следует избегать появления напряжения холостого хода. Напряжение холостого хода может суммироваться в случаях, когда несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько электрических агрегатов переменного тока. Суммирование напряжений усиливает тяжесть поражения электрическим током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить пострадавшего от провода под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию (CPR), как только будет устранен контакт с источником напряжения. В таких случаях необходимо вызвать врача и продолжать реанимацию до тех пор, пока дыхание не восстановится или не прибедет врач. Лечение электрических ожогов такое же, как и в случае с термическими; т.е. к пораженным участкам следует прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на область поражения следует наложить чистую сухую повязку, а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Необходимо следовать таким признанным стандартам по технике безопасности, как ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, и стандарт Национальной противопожарной ассоциации (NFPA) № 70, *Национальный электротехнический кодекс*.¹⁵

A9.3 Дымы и газы. Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть

опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, образующиеся при сварке из присадочных металлов и флюсов, металла основы и присутствующего на нем покрытия. Газы образуются в процессе сварки или в результате воздействия сварочного излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав этих дымов и газов зависит от состава присадочного металла и основного металла, процесса сварки, величины тока, длины дуги и других факторов.

Возможные последствия их продолжительного воздействия различны по тяжести: от раздражения глаз, кожи и дыхательных путей до более серьезных осложнений. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Дым может вызвать такие симптомы, как тошнота, головные боли, головокружение и отравление парами металла (литейная лихорадка). При использовании особо токсичных материалов существует вероятность более серьезных последствий для здоровья. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье. Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Для того чтобы избежать попадания дыма и газов в область дыхания и окружающее пространство, следует использовать достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в ходе различных процессов сварки, можно получить в следующих источниках:

(1) Предельно допустимые нормы воздействия по OSHA можно найти в *Сборнике федеральных норм*, Заглавие 29 – Труд, Глава XVII, Часть 1910.

(2) Рекомендуемые предельно допустимые значения для дымов и газов приведены в документе *Предельно допустимые значения концентрации химических и физических веществ в среде рабочего помещения*, изданном Американской ассоциацией специалистов по промышленной гигиене (ACGIH).¹⁶

(3) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке (AWS), опубликованы в отчете *Дымы и газы на месте проведения сварочных работ*.

A9.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы могут сопровождаться выделением лучистой энергии (излучением), вредной для здоровья. Необходимо ознакомиться с воздействием этой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (например, рентгеновские лучи) или не ионизирующей (например, ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение). Чрезмерное облучение может иметь различные последствия, например, ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности.

A9.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в пределах ограничений, предъявляемых при приемке, путем применения подходящего экранирования сварочной зоны.

¹⁵ Документы NFPA можно получить в Национальной противопожарной ассоциации по адресу: Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

¹⁶ Документы ACGIH можно получить по адресу: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Kemper Woods Center, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240.

A9.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависят от многих факторов, например, от сварочного процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и наличия покрытия, в том числе листового, на основном металле. В результате некоторых процессов, как, например, контактная сварка и холодная сварка давлением, образуется незначительное количество излучения. Однако большинство дуговых сварок и процессов резки (за исключением дуговой сварки под флюсом при ее правильном применении), лазерная сварка и газовая сварка, резка и пайка твердым или мягким припоем могут сопровождаться выделением значительного количества неионизирующего излучения, что требует соблюдения необходимых мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(1) Допускается смотреть на сварочные дуги только через специальные сварочные фильтры, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности*. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве сварочных фильтров, а используются для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(2) Открытые участки кожи необходимо защитить соответствующими перчатками и одеждой, как установлено стандартом ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

(3) Следует избегать отражений от сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных отражений. (Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне.)

(4) Следует использовать экраны, занавески или предусмотреть достаточное расстояние от проходов и переходов, чтобы защитить проходящих людей от облучения при сварке.

(5) Для дополнительной защиты от ультрафиолетового излучения сварочных дуг используются защитные очки с боковыми защитными щитками.

A9.4.3 Информацию по ионизирующему излучению можно получить в следующих источниках:

(1) Американское общество по сварке (AWS). AWS F2.1-78, *Рекомендуемые правила техники безопасности при сварке и резке электронным лучом*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).

(2)

Информация об изделии, предоставляемая производителем.

A9.4.4 Сведения о неионизирующем излучении можно найти в следующих источниках:

(1) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z136.1, *Безопасное применение лазеров*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов.

(2) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов.

(3) Американское общество по сварке. ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке.

(4) Хинричс Дж.Ф. (Hinrichs J.F.) Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет. *Welding Journal* 57 (Январь 1978): 62–65.

(5) Маршалл У.Дж. (Marshall W.J.), Слиней Д.Х. (Sloney D.H.) и др. Уровни оптического излучения при воздушно-дуговой резке угольным электродом. *Welding Journal* 59 (Март 1980): 43–46.

(6) Мосс К.Е. (Moss C.E.) и Мюррей У.Е. (Murray W.E.) Уровень оптического излучения при газовой сварке и кислородной резке. *Welding Journal* 58 (Сентябрь 1979): 37–46.

(7) Мосс К.Е. (Moss C.E.) Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные занавески. *Welding Journal* 58 (Март 1979): 69–75.

(8) Национальная служба технической информации. Защита от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.¹⁷

(9) Национальная служба технической информации. Меры защиты от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности воздействия видимого излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке, на сетчатку глаза*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.

¹⁷ Документы NTIS можно получить в Национальной службе технической информации по адресу: National Technical Information Service, Springfield, VA 22161.

ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ И ФЛЮСЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.23/SFA-5.23M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.23/A5.23M-97. В спорных случаях используется исходный вариант.)

1 Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов из углеродистой стали и низколегированной стали (твердых и составных) и флюсов для дуговой сварки под флюсом. Классификация флюсов и электродов для многопроходной сварки включает требования к составу металла сварных швов низколегированных сталей. *Классификация флюсов и электродов для двухпроходной сварки, также допустимой согласно настоящим техническим условиям, не содержит требований к составу металла сварных швов.* Классификация комбинаций электрод/флюс для многопроходной сварки углеродистых сталей дуговой сваркой под флюсом не входит в состав данных технических условий и дана в AWS A5.17/A5.17M «*Электроды из углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия*».

1.2 Вопросы безопасности и здоровья находятся за рамками данного стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Некоторые сведения относительно безопасности и охраны здоровья можно найти в необязательном Приложении, пункты A5 и A10. Информация по технике безопасности и охране труда может быть получена из других источников, которые включают (помимо прочего) ANSI Z49.1 «*Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*» и действующие федеральные и государственные стандарты.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Измерения, выполненные в двух системах, не являются эквивалентными; поэтому каждую систему следует использовать независимо от другой и избегать любого их комбинирования при описании свойств металла шва. В технических условиях, обозначенных как A5.23, используются единицы измерения, принятые в США. В технических условиях, обозначенных как A5.23M, приняты единицы СИ. Последние указываются в квадратных скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и на рисунках. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера электродов или деталей как по техническим условиям A5.23, так и по A5.23M.

2 Ссылки на нормативные документы

Нижеперечисленные стандарты содержат положения, которые в упоминаемом в настоящем тексте объеме являются положениями настоящего стандарта AWS. На датированные ссылки дальнейшие поправки или изменения положений данных изданий не распространяются. Тем не менее, участникам соглашения на основе данного стандарта AWS рекомендуется исследовать возможности применения последних изданий нижеперечисленных документов. В случае недатированных ссылок, применяется последнее издание ссылочного документа.

2.1 В обязательных разделах данного документа содержатся ссылки на следующие стандарты AWS¹:

- (a) Стандарт AWS A1.1 «*Руководство по использованию метрических единиц в производственной сварке*»
- (b) AWS A4.3 «*Стандартные методы определения содержания диффузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва, выполненного с помощью дуговой сварки*»
- (c) AWS A5.01 «*Металлы присадочные. Руководство по поставке*»
- (d) AWS A5.02/A5.02M «*Металлы присадочные. Стандартные размеры, упаковка и физические свойства*»
- (e) AWS B4.0 «*Стандартные методы механических испытаний сварных швов*»
- (f) AWS B4.0M «*Стандартные методы механических испытаний сварных швов*»

2.2 Следующие стандарты ANSI² используются в основных пунктах данного документа:

- (a) ANSI Z49.1 «*Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*»

¹ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Данный стандарт ANSI опубликован Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

2.3 В обязательных разделах данного документа содержатся ссылки на следующие стандарты ASTM³:

(a) ASTM A 36/A 36M «Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия»

(b) ASTM A 131/A 131M «Конструкционная сталь для кораблей. Стандартные технические условия»

(c) ASTM A 203/A 203M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, никелевая сталь. Технические условия»

(d) ASTM A 204/A 204M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, молибденовая сталь. Технические условия»

(e) ASTM A 285/A 285M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности. Технические условия»

(f) ASTM A 302/A 302M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, марганцево-молибденовая и марганцево-молибденоникелевая. Технические условия»

(g) ASTM A 387/A 387M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, хромомолибденовая сталь. Технические условия»

(h) ASTM A 514/A 514M «Сталь толстолистовая с высоким пределом текучести, закаленная и отпущенная, для заковки. Технические условия»

(i) ASTM A 515/A 515M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях средних и высоких температур. Технические условия»

(j) ASTM A 516/A 516M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях умеренных и низких температур. Технические условия»

(k) ASTM A 517/A 517M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, высокопрочная, закаленная и отпущенная. Технические условия»

(l) ASTM A 533/A 533M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, закаленная и отпущенная, марганцево-молибденовая и марганцево-молибденоникелевая. Технические условия»

(m) ASTM A 537/A 537M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, термообработанная, кремнево-марганцевоуглеродистая. Технические условия»

(n) ASTM A 543/A 543M «Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, закаленная и отпущенная, никельхромомолибденовая. Технические условия»

(o) ASTM A 572/A 572M «Сталь конструкционная ниобиевованадиевая, низколегированная, высокопрочная. Технические условия»

(p) ASTM A 588/A 588M «Сталь конструкционная низколегированная высокопрочная с минимальным пределом текучести 50 тыс. фунтов/кв. дюйм [345 МПа] при толщине до 4 дюймов [100 мм]. Технические условия»

(q) ASTM E 29 «Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям»

(r) ASTM E 350 «Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа»

(s) ASTM E 1032 «Стандартный метод радиографического испытания свариваемых деталей»

2.4 В обязательных разделах данного документа встречаются ссылки на следующий стандарт ISO⁴.

(a) ISO 544 «Расходные материалы для сварки. Технические условия поставки присадочных материалов. Типы продукции, размеры, допуски и маркировка»

3 Классификация

3.1 При классификации электродов и флюсов для дуговой сварки под флюсом, на которые распространяется действие технических условий A5.23, используется система классификации на основе принятых в США единиц измерения; классификация производится по следующим критериям:

(1) Механические свойства металла шва, полученные по стыковому сварному шву, выполненному многопроходной сваркой с помощью сочетания определенного флюса и электрода определенного класса, как указано в табл. 1 и 2.

И/ИЛИ

Механические свойства металла шва, полученные по стыковому сварному шву, выполненному двухпроходной сваркой с помощью сочетания определенного флюса и электрода определенного класса, как указано в табл. 1 и 2.

(2) Условия термообработки, при которых получены свойства, в соответствии с п. 9.4 или п. 9.5 (и в соответствии с рис. 1 или рис. 2) (при соответствующих условиях).

(3) Химический состав металла шва при классификации для многопроходной сварки, полученный с помощью комбинации флюса определенного типа и электрода определенной классификации, соответствует табл. 3. Классификация для двухпроходной сварки не содержит требований к составу металла шва в соответствии с данными техническими условиями (см. рис. 1 или рис. 2, в зависимости от условий).

(4) Химический состав электрода (для твердых электродов), как указано в таблице 4, или металла шва, наплавленного с применением определенного флюса (для составных электродов), как указано в табл. 3.

3.1M Сварочные электроды и флюсы для дуговой сварки под флюсом, рассматриваемые техническими условиями A5.23M, классифицируются по системе, которая основана на Международной системе единиц (СИ), по следующим критериям:

(1) Механические свойства металла шва, полученные по стыковому сварному шву, выполненному в результате многопроходной сварки с помощью сочетания определенного флюса и электрода определенного класса, как указано в табл. 1M и 2.

³Стандарты ASTM издаются Американским обществом по испытанию материалов, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

⁴Стандарты ISO изданы Международной организацией стандартизации, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

ТАБЛИЦА 1
A5.23 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Классификации флюса/электрода ^a		Прочность на растяжение ^b (фунтов/кв. дюйм)	Предел текучести	
			(остаточная деформация 0,2%) (фунтов/кв. дюйм)	Удлинение ^b (%)
Классификация для многопроходной сварки	F7XX-EXX-XX	70 000–95 000	58 000	22
	F8XX-EXX-XX	80 000–100 000	68 000	20
	F9XX-EXX-XX	90 000–110 000	78 000	17
	F10XX-EXX-XX	100 000–120 000	88 000	16
	F11XX-EXX-XX	110 000–130 000	98 000	15 ^c
	F12XX-EXX-XX	120 000–140 000	108 000	14 ^c
	F13XX-EXX-XX	130 000–150 000	118 000	14 ^c
Классификация для двухпроходной сварки	F6TXX-EXX	60 000	50 000	22
	F7TXX-EXX	70 000	60 000	22
	F8TXX-EXX	80 000	70 000	20
	F9TXX-EXX	90 000	80 000	17
	F10TXX-EXX	100 000	90 000	16
	F11TXX-EXX	110 000	100 000	15
	F12TXX-EXX	120 000	110 000	14
	F13TXX-EXX	130 000	120 000	14

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Буква "S", идущая после "F" в классификационном обозначении флюса, означает, что флюс классифицируется как шлак повторного дробления или его смесь с первичным флюсом. Буква "C" после "E" означает, что классифицируемый электрод является составным. В классификациях для двухпроходной сварки буква "G" после обозначения ударной вязкости (сразу перед дефисом) означает, что основная сталь, используемая в классификации, отличается от основной стали, указанной в табл. 8, что согласовано между поставщиком и покупателем. Буква "X", указанная на различных позициях обозначений в данной таблице, означает, соответственно, условия термообработки, прочность металла шва или класс металла шва. Классификационные обозначения более подробно представлены на рис. 1 или рис. 2, в зависимости от условий.
- b. В классификациях для многопроходной сварки требования к пределу текучести и % удлинения (базовая длина 2 дюйма), указанные в таблице, являются минимальными. В классификациях для двухпроходной сварки требования к пределу текучести и % удлинения (базовая длина 1 дюйм), являются минимальными.
- c. Относительное удлинение металла шва классов F11XX-EXX-XX, F11XX-ECXX-XX, F12XX-EXX-XX, F12XX-ECXX-XX, F13XX-EXX-XX и F13XX-ECXX-XX в 25 % верхней части диапазона предела прочности на растяжение можно уменьшить на одну процентную точку.

И/ЛИ

Механические свойства металла шва, полученные по стыковому сварному шву, выполненному двухпроходной сваркой с помощью сочетания определенного флюса и электрода определенного класса, как указано в табл. 1M и 2.

(2) Условия термообработки, при которых получены свойства, в соответствии с п. 9.4 или п. 9.5 (и в соответствии с рис. 1M или рис. 2M) (при соответствующих условиях).

(3) Химический состав металла шва при классификации для многопроходной сварки, полученный с помощью комбинации флюса определенного типа и электрода определенной классификации, соответствует таблице 3. Классификация для двухпроходной сварки не содержит требований к составу металла шва в соответствии с данными техническими условиями (см. рис. 1M или рис. 2M, в зависимости от условий).

(4) Химический состав электрода (для твердых электродов), как указано в таблице 4, или металла шва, наплавленного с применением определенного флюса (для составных электродов), как указано в таблице 3.

3.2 Флюсы и электроды, определенные по одной классификации, не должны определяться по другим классификациям данных ТУ, за исключением следующих случаев:

(1) Твердые электроды, которые по химическому составу соответствуют требованиям обеих классификаций (EL8 и EL12, таблица 4) могут быть классифицированы по обеим классификациям.

(2) Составные электроды могут классифицироваться по нескольким классификациям при использовании с различными флюсами.

(3) Флюсы могут классифицироваться по неограниченному количеству классификаций для металла сварного шва, нанесенного с использованием многопроходной или двухпроходной сварки, для металла сварного шва в состоянии после сварки или в состоянии термообработки после сварки, для металла сварного шва, нанесенного с использованием электродов различных классов и по классификациям в различных сочетаниях.

3.2.1 Сочетания флюс-электрод могут классифицироваться в соответствии с A5.23 с использованием системы единиц, принятой в США, а также в соответствии с A5.23M с использованием системы СИ или по обоим этим вариантам. Комбинации флюс-электрод, классифицируемые совместно по A5.23 и A5.23M, должны соответствовать всем классификационным требованиям, предъявляемым к каждой из систем. Системы классификации представлены на рис. 1 и 1M (многопроходная сварка) и на рис. 2 и 2M (двухпроходная сварка).

3.3 Электроды и флюсы, классифицированные согласно этим техническим условиям, предназначены для дуговой сварки под флюсом, однако, допускается использовать их и при любом другом способе сварки, для которого они будут признаны пригодными.

ТАБЛИЦА 1M
A5.23M ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Классификация флюсов и электродов ^a		Прочность на растяжение ^b (МПа)	Предел текучести ^b (остаточная деформация 0,2%) (МПа)		Удлинение ^b (%)
Классификация для многопроходной сварки	F49XX-EXX-XX	490–660	400	22	
	F55XX-EXX-XX	550–700	470	20	
	F62XX-EXX-XX	620–760	540	17	
	F69XX-EXX-XX	690–830	610	16	
	F76XX-EXX-XX	760–900	680	15 ^c	
	F83XX-EXX-XX	830–970	740	14 ^c	
	F90XX-EXX-XX	900–1040	810	14 ^c	
Классификация для двухпроходной свар- ки	F43TXX-EXX	430	350	22	
	F49TXX-EXX	490	415	22	
	F55TXX-EXX	550	490	20	
	F62TXX-EXX	620	555	17	
	F69TXX-EXX	690	625	16	
	F76TXX-EXX	760	690	15	
	F83TXX-EXX	830	760	14	
	F90TXX-EXX	900	830	14	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Буква "S", идущая после "F" в классификационном обозначении флюса, означает, что флюс классифицируется как шлак повторного дробления или его смесь с первичным флюсом. Буква "C" после "E" означает, что классифицируемый электрод является составным. В классификациях для двухпроходной сварки буква "G" после обозначения ударной вязкости (сразу перед дефисом) означает, что основная сталь, используемая в классификации, отличается от основной стали, указанной в таблице 8, что согласовано между поставщиком и покупателем. Буква "X", указанная на различных позициях обозначений в данной таблице, означает, соответственно, условия термообработки, прочность металла шва или класс металла шва. Классификационные обозначения более подробно представлены на рис. 1M или рис. 2M, в зависимости от условий.
- b. В классификациях для многопроходной сварки требования к пределу текучести и % удлинения (базовая длина 50 мм), указанные в таблице, являются минимальными. В классификациях для двухпроходной сварки требования к пределу текучести и % удлинения (базовая длина 25 мм), являются минимальными.
- c. Относительное удлинение металла шва классов F76-EXX-XX, F76-ECXX-XX, F83XX-EXX-XX, F83XX-ECXX-XX, F90XX-EXX-XX, и F90XX-ECXX-XX в 25 % верхней части диапазона предела прочности на растяжение можно уменьшить на одну процентную точку.

4 Приемка

Приемка⁵ электродов и флюсов должна проводиться в соответствии с положениями AWS A5.01 или испытаниями и требованиями данных технических условий.

5 Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁶

6 Правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунтов/кв. дюйм по A5.23 [или до ближайших 10 МПа по A5.23M], а другие значения – с точностью до ближайшей единицы в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E29.

7 Обзор испытаний

7.1 Электроды. Химический анализ электродов является единственным обязательным испытанием при классификации твердых электродов согласно настоящим техническим условиям. Химический анализ прутковых заготовок, из которых изготавливаются электроды, также может иметь место, при условии, что в процессе изготовления электрода химический состав металла не изменяется. Химический анализ металла сварного шва, наложенного с помощью составного электрода и флюса определенного класса, должен проводиться для составных электродов.

7.2 Флюсы. Испытания, требуемые для каждой классификации, указаны в таблице 5. Целью данных испытаний является определение механических свойств и прочности металла сварного шва. Основной металл испытательного узла, подготовка испытательных образцов, процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в пунктах 9–14.

⁵ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в разделе A3 Приложения A и в стандарте AWS A5.01.

⁶ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в разделе A4 Приложения A.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К УДАРНЫМ ИСПЫТАНИЯМ

Требования A5.23			Требования A5.23M		
Обозначение ударной вязкости по A5.23 ^{a, c}	Максимальная температура испытаний ^b (°F)	Среднее значение ударной вязкости, не менее	Обозначение ударной вязкости по A5.23M ^{a, c}	Максимальная температура испытаний ^b (°C)	Среднее значение ударной вязкости, не менее
0	0	20 футов · фунт-сила	0	0	27 Дж
2	−20		2	−20	
4	−40		3	−30	
5	−50		4	−40	
6	−60		5	−50	
8	−80		6	−60	
10	−100		7	−70	
15	−150		10	−100	
z	Требования к ударным испытаниям отсутствуют		z	Требования к ударным испытаниям отсутствуют	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. На основании результатов ударных испытаний металла сварного шва производитель должен внести в классификацию соответствующее обозначение из таблицы 2 выше, как показано на рис. 1, рис. 1M, рис. 2 или рис. 2M, в зависимости от обстоятельств.
- b. Металл сварного шва по определенной комбинации флюс-электрод, отвечающей требованиям к ударной вязкости при заданной температуре, соответствует также требованиям при более высоких температурах, указанных в данной таблице. Например, металл сварного шва, отвечающий требованиям A5.23 с обозначением "5", отвечает также требованиям с обозначениями 4, 2, 0 и Z. [Металл сварного шва, отвечающий требованиям A5.23M с обозначением "5", отвечает также требованиям с обозначениями 4, 3, 2, 0 и Z Дж.
- c. При классификации комбинаций флюс-электрод по A5.23 с использованием единиц измерения, принятых в США, обозначение ударной вязкости указывает на температуру испытаний в °F. При классификации по A5.23M с использованием международной системы единиц (СИ) обозначение ударной вязкости указывает на температуру испытаний в °C. Исключением является обозначение ударной вязкости "4", данное обозначение указывает на разные температуры, в зависимости от выбора классификационной системы по A5.23 в единицах измерения, принятых в США, или по A5.23M в единицах международной системы (СИ). Например, обозначение ударной вязкости "2" при классификации по A5.23 указывает на температуру испытаний -20 °F. При классификации по A5.23M обозначение ударной вязкости "2" указывает на температуру испытаний -20 °C, что эквивалентно -4 °F.

7.3 Классификация флюса основана на стандартном размере электрода $5/32$ дюйма [4,0 мм]. Если электроды данного размера не выпускаются производителем, для классификационных испытаний необходимо использовать ближайшие размеры (см. таблицу 6, примечание d и табл. 7, примечание d).

8 Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Материалы и образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального испытательного узла или детали, либо из одного или разных новых узлов или деталей. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не отвечают требованиям, то такие материалы считаются не соответствующими требованиям данных ТУ для данной классификации.

В случае если во время подготовки или после проведения испытания было точно установлено, что были нарушены условия подготовки испытуемых образцов или сборок или условия проведения испытания, то результаты такого испытания считаются недействительными, вне зависимости от того, было ли оно проведено или отвечали ли его результаты требованиям. Такое испытание должно быть проведено повторно, с соблюдением всех установленных требований. В этом случае требование

о необходимости дублирования испытуемых образцов не применяется.

9 Опытные сварные узлы

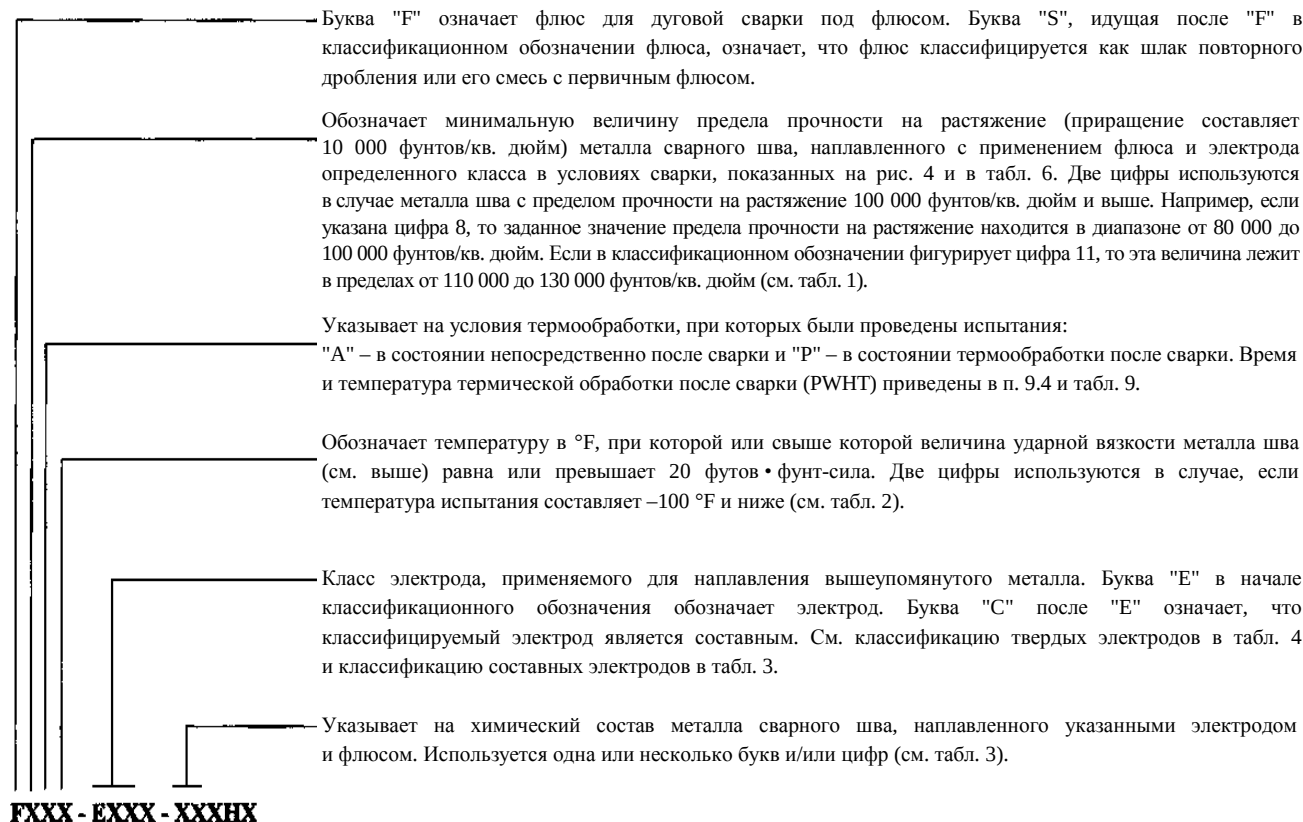
9.1 Требования к классификации

9.1.1 Классификация твердых электродов. Для классификации твердых электродов изготовление сварных испытательных узлов не требуется.

9.1.2 Классификация составных электродов. Для классификации составных электродов согласно настоящим техническим условиям необходимо провести химический анализ металла, наплавленного составным электродом с применением определенного флюса. Сварной испытательный узел, показанный на рис. 3, соответствует требованиям по классификации составных электродов. Таким образом, на рис. 3 показан эталонный испытательный сварной узел (наплавка) для химического анализа металла шва. Для наплавленного слоя должны применяться параметры сварки для сварного шва с разделкой кромок при многопроходной сварке. Параметры указаны в таблице 6. В качестве альтернативы образец для химического анализа металла, наплавленного составным электродом, можно отбирать из шва с разделкой кромок (см. рис. 4). Примечание g к табл. 3 допускает отбор образцов для химического анализа металла шва, наплавленного составным электродом, из участка уменьшенного сечения разрушенного образца для испытания на растяжение или из подходящего места (или любого места, расположенного выше) в металле сварного шва с разделкой кромок (см. рис. 4).

РИС. 1 А5.23 КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МНОГОПРОХОДНОЙ СВАРКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕДИНИЦ, ПРИНЯТЫХ В США

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ^а



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ (НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ) ОБОЗНАЧЕНИЯ^б

- Дополнительное обозначение диффузионного водорода (см. табл. 10).
- Дополнительное необязательное обозначение для специальных предельных значений остаточных примесей. Буква "N" за обозначением электрода или за обозначением состава металла сварного шва означает соответствие специальным требованиям для ядерного применения (см. табл. 4, примечание в и табл. 3, примечание в). Буква "R" означает соответствие специальным требованиям для применения в условиях ступенчатого охлаждения (см. табл. 4, примечание g и табл. 3, примечание h).

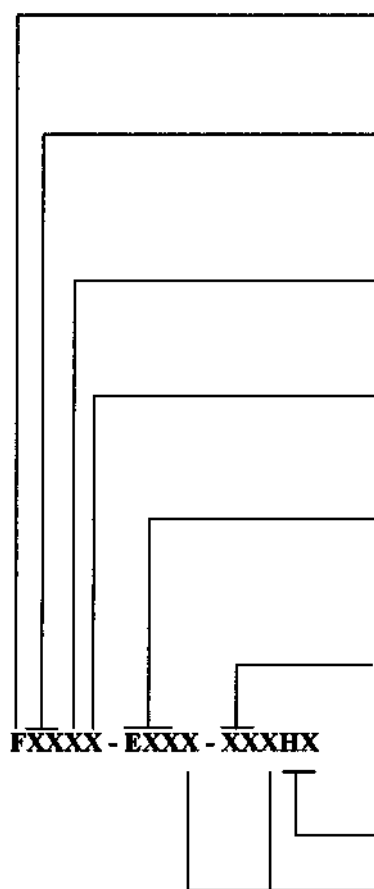
^а Комбинация этих обозначений составляет классификационное обозначение сочетания флюс-электрод.

^б Эти символы являются необязательными и не входят в состав обозначения комбинации флюс-электрод.

ПРИМЕР

F9P0-EВ3-В3 – полное классификационное обозначение комбинации флюс-электрод. Оно относится к флюсу, с помощью которого можно выполнить сварной шов с прочностью на растяжение не ниже 90 000–110 000 фунтов/кв. дюйм (в состоянии термообработки после сварки) и ударной вязкостью по Шарпи, измеренной на образце с V-образным надрезом, не ниже 20 футов • фунт-сила при 0 °F; при этом применяется электрод ЕВ3, и поддерживаются условия сварки, указанные в настоящих технических условиях. Состав металла сварного шва соответствует требованиям обозначения В3 в соответствии с табл. 3.

РИС. 1М А5.23М КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МНОГОПРОХОДНОЙ СВАРКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕДИНИЦ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ (СИ)



ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ^а

Буква "F" означает флюс для дуговой сварки под флюсом. Буква "S", идущая после "F" в классификационном обозначении флюса, означает, что флюс классифицируется как шлак повторного дробления или его смесь с первичным флюсом.

Две цифры обозначают минимальную величину предела прочности на растяжение (приращение составляет 10 МПа) металла сварного шва, наплавленного с применением флюса и электрода определенного класса в условиях сварки, показанных на рис. 4 и в таблице 6. Например, если в обозначении приведена цифра 55, требуемая величина прочности на растяжение составит от 550 до 700 МПа (см. табл. 1М).

Указывает на условия термообработки, при которых были проведены испытания:

"А" – в состоянии непосредственно после сварки и "Р" – в состоянии термообработки после сварки. Время и температура термической обработки после сварки (PWHT) приведены в п. 9.4 и табл. 9.

Обозначает температуру в °С, при которой или выше которой величина ударной вязкости металла шва (см. выше) равна или превышает 27 Дж. Две цифры используются в случае, если температура испытания составляет –100°С (см. табл. 2).

Класс электрода, применяемого для наплавления вышеупомянутого металла. Буква "Е" в начале классификационного обозначения обозначает электрод. Буква "С" после "Е" означает, что классифицируемый электрод является составным. См. классификацию твердых электродов в табл. 4 и классификацию составных электродов в табл. 6.

Указывает на химический состав металла сварного шва, наплавленного указанными электродом и флюсом. Используется одна или несколько букв и/или цифр (см. табл. 3).

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ (НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ) ОБОЗНАЧЕНИЯ^б

Дополнительное обозначение водорода (см. таблицу 10).

Дополнительное необязательное обозначение для специальных предельных значений остаточных примесей. Буква "N" за обозначением электрода или за обозначением состава металла сварного шва означает соответствие специальным требованиям для ядерного применения (см. табл. 4, примечание с и табл. 3, примечание с). Буква "R" означает соответствие специальным требованиям для применения в условиях ступенчатого охлаждения (см. табл. 4, примечание g и табл. 3, примечание h).

^а Комбинация этих обозначений составляет классификационное обозначение сочетания флюс-электрод.

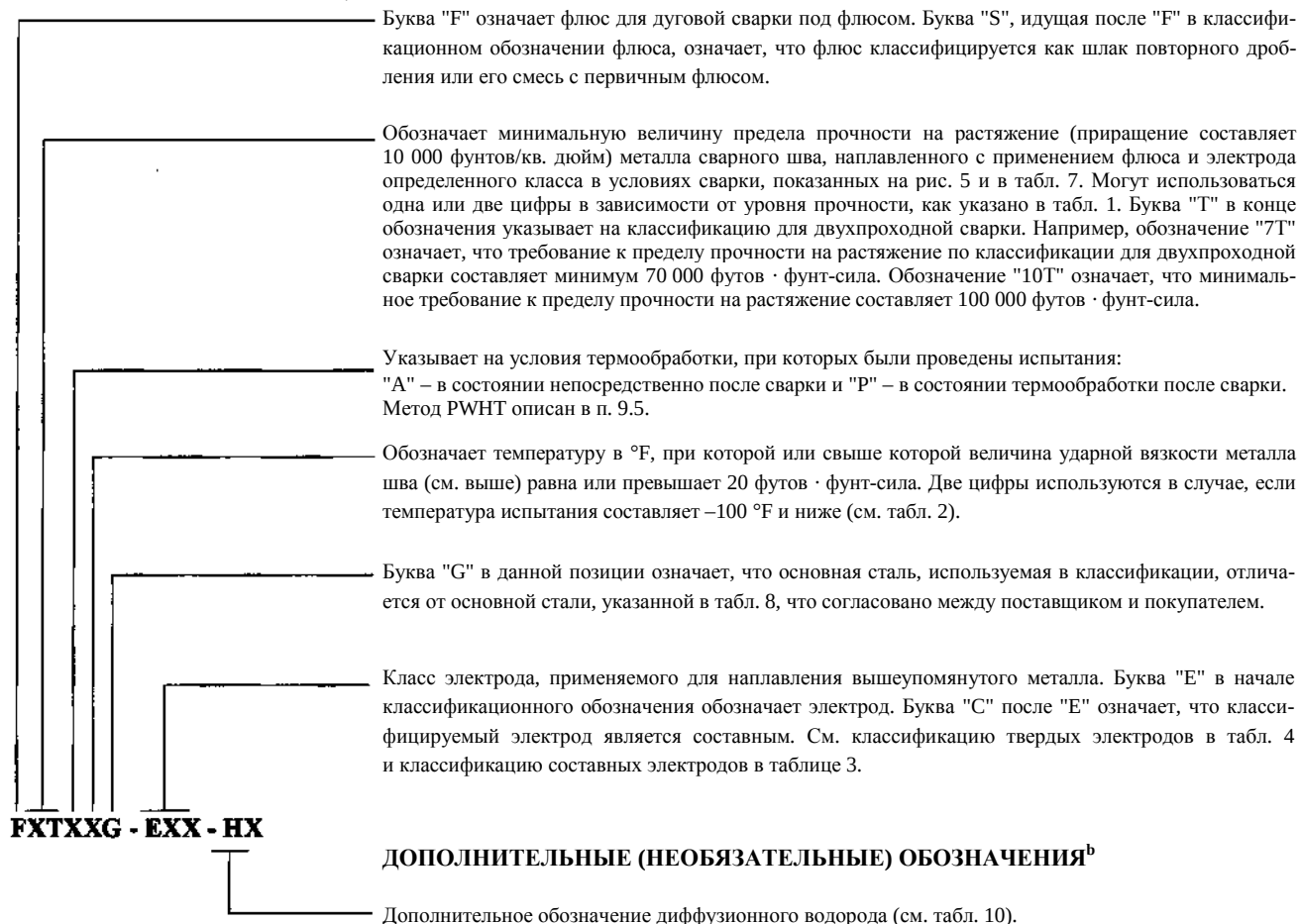
^б Эти символы являются необязательными и не входят в состав обозначения комбинации флюс-электрод.

ПРИМЕР

F62P2-EВ3-В3 – полное классификационное обозначение комбинации флюс-электрод. Оно относится к флюсу, с помощью которого можно выполнить сварной шов с прочностью на растяжение не ниже 620–760 МПа (в состоянии термообработки после сварки) и ударной вязкостью по Шарпи, измеренной на образце с V-образным надрезом, не ниже 27 Дж при –20 °С; при этом применяется электрод ЕВ3, и поддерживаются условия сварки, указанные в настоящих технических условиях. Состав металла сварного шва соответствует требованиям обозначения В3 в соответствии с табл. 3.

РИС. 2 А5.23 КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДВУХПРОХОДНОЙ СВАРКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕДИНИЦ, ПРИНЯТЫХ В США

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ^а



^а Комбинация этих обозначений составляет классификационное обозначение сочетания флюс-электрод.

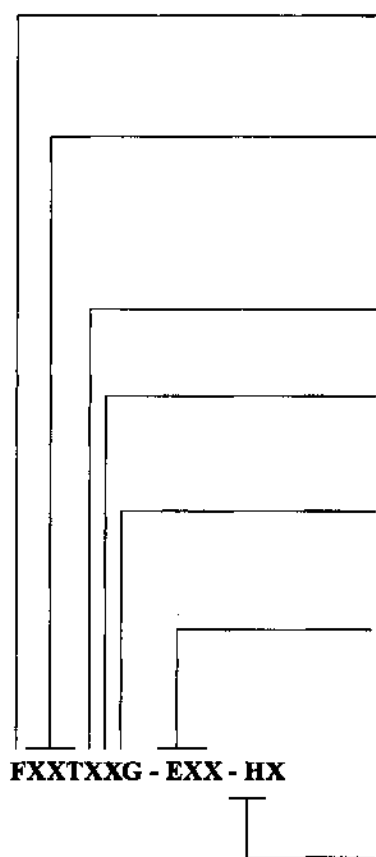
^б Эти символы являются необязательными и не входят в состав обозначения комбинации флюс-электрод.

ПРИМЕРЫ

F7TA4-EM12K – полное обозначение комбинации флюс-электрод по классификации для двухпроходной сварки. Обозначение относится к флюсу, который при использовании с электродом EM12K для сварки основной плиты, указанной в табл. 8, в условиях двухпроходной сварки, предусмотренных данными техническими условиями, наплавляет металл сварного шва в состоянии после сварки с минимальным пределом прочности на растяжение 70 000 фунтов/кв. дюйм и ударной вязкостью по Шарпи для образцов с V-образным надрезом минимум 20 фунтов · фунт-сила при –40 °F.

F10TP2G-EA3 - полное обозначение комбинации флюс-электрод по классификации для двухпроходной сварки. Обозначение относится к флюсу, который при использовании с электродом EA3 в условиях двухпроходной сварки, предусмотренных данными техническими условиями, наплавляет металл сварного шва в состоянии термообработки после сварки с минимальным пределом прочности на растяжение 100 000 фунтов/кв. дюйм и ударной вязкостью по Шарпи для образцов с V-образным надрезом минимум 20 фунтов · фунт-сила при –20 °F. Буква "G" в данной классификации означает, что основная сталь отличается от основной стали, указанной в табл. 8, что согласовано между поставщиком и покупателем.

РИС. 1M A5.23M КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДВУХПРОХОДНОЙ СВАРКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕДИНИЦ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ (СИ)



ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ^a

Буква «F» означает флюс для дуговой сварки под флюсом. Буква "S", идущая после "F" в классификационном обозначении флюса, означает, что флюс классифицируется как шлак повторно-го дробления или его смесь с первичным флюсом.

Обозначает минимальную величину предела прочности на растяжение (приращение составляет 10 МПа) металла сварного шва, наплавленного с применением флюса и электрода определенного класса в условиях сварки, показанных на рис. 5 и в табл. 7. Буква "T" в конце обозначения указывает на классификацию для двухпроходной сварки. Например, обозначение "62T" означает, что требование к пределу прочности на растяжение по классификации для двухпроходной сварки составляет минимум 620 МПа. См. табл. 1M.

Указывает на условия термообработки, при которых были проведены испытания: "A" – в состоянии непосредственно после сварки и "R" – в состоянии термообработки после сварки. Метод PWHT описан в п. 9.5.

Обозначает температуру в °C, при которой или выше которой величина ударной вязкости металла шва (см. выше) равна или превышает 27 Дж. Две цифры используются в случае, если температура испытания составляет –100°C (см. табл. 2).

Буква «G» в данной позиции означает, что основная сталь, используемая в классификации, отличается от основной стали, указанной в табл. 8, что согласовано между поставщиком и покупателем.

Класс электрода, применяемого для наплавления вышеупомянутого металла. Буква "E" в начале классификационного обозначения обозначает электрод. Буква "C" после "E" означает, что классифицируемый электрод является составным. См. классификацию твердых электродов в таблице 4 и классификацию составных электродов в табл. 3.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ (НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ) ОБОЗНАЧЕНИЯ^b

Дополнительное обозначение диффузионного водорода (см. табл. 10).

^a Комбинация этих обозначений составляет классификационное обозначение сочетания флюс-электрод.

^b Эти символы являются необязательными и не входят в состав обозначения сочетания флюс-электрод.

ПРИМЕРЫ

F55TA3-EM12K – полное обозначение комбинации флюс-электрод по классификации для двухпроходной сварки. Обозначение относится к флюсу, который при использовании с электродом EM12K для сварки основной плиты, указанной в табл. 8, в условиях двухпроходной сварки, предусмотренных данными техническими условиями, наплавляет металл сварного шва в состоянии после сварки с минимальным пределом прочности на растяжение 550 МПа и ударной вязкостью по Шарпи для образцов с V-образным надрезом минимум 27 Дж при –30 °C.

F62TP4G-EA1 – полное обозначение комбинации флюс-электрод по классификации для двухпроходной сварки. Обозначение относится к флюсу, который при использовании с электродом EA1 в условиях двухпроходной сварки, предусмотренных данными техническими условиями, наплавляет металл сварного шва в состоянии термообработки после сварки с минимальным пределом прочности на растяжение 620 МПа и ударной вязкостью по Шарпи для образцов с V-образным надрезом минимум 27 Дж при –40 °C. Буква "G" в данной классификации означает, что основная сталь отличается от основной стали, указанной в табл. 8, что согласовано между поставщиком и покупателем.

ТАБЛИЦА 3
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА^a

Обозначение металла сварного шва ^{b,c}	Номер по UNS ^d	Весовой процент ^{e, f, g}									
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	MO	Cu	Другие
A1	W17041	0,12	1,00	0,80	0,030	0,030	...	...	0,40–0,65	0,35	...
A2	W17042	0,12	1,40	0,80	0,030	0,030	...	...	0,40–0,65	0,35	...
A3	W10743	0,15	2,10	0,80	0,030	0,030	...	...	0,40–0,65	0,35	...
A4	W17044	0,15	1,60	0,80	0,030	0,030	...	...	0,40–0,65	0,35	...
B1	W51040	0,12	1,60	0,80	0,030	0,030	0,40–0,65	...	0,40–0,65	0,35	...
B2 ^h	W52040	0,05–0,15	1,20	0,80	0,030	0,030	1,00–1,50	...	0,40–0,65	0,35	...
B2H	W52240	0,10–0,25	1,20	0,80	0,020	0,020	1,00–1,50	...	0,40–0,65	0,35	V: 0,30
B3 ^h	W53040	0,05–0,15	1,20	0,80	0,030	0,030	2,00–2,50	...	0,90–1,20	0,35	...
B4	W53340	0,12	1,20	0,80	0,030	0,030	1,75–2,25	...	0,40–0,65	0,35	...
B5	W51340	0,18	1,20	0,80	0,030	0,030	0,40–0,65	...	0,90–1,20	0,35	...
B6	W50240	0,12	1,20	0,80	0,030	0,030	4,50–6,00	...	0,40–0,65	0,35	...
B6H	W50140	0,10–0,25	1,20	0,80	0,030	0,030	4,50–6,00	...	0,40–0,65	0,35	...
B8	W50440	0,12	1,20	0,80	0,030	0,030	8,00–10,00	...	0,80–1,20	0,35	...
B9	W50442	0,08–0,13	1,20 ⁱ	0,80	0,010	0,010	8,0–10,5	0,80 ⁱ	0,85–1,20	0,25	Nb (Cb): 0,02–0,10 N: 0,02–0,07 V: 0,15–0,25 Al: 0,04
Ni1	W21040	0,12	1,60 ^j	0,80	0,025	0,030	0,15	0,75–1,10	0,35	0,35	Ti + V + Zr: 0,05
Ni2	W22040	0,12	1,60 ^j	0,80	0,025	0,030	...	2,00–2,90	...	0,35	...
Ni3	W23040	0,12	1,60	0,80	0,025	0,030	0,15	2,80–3,80	...	0,35	...
Ni4	W21250	0,14	1,60	0,80	0,025	0,030	...	1,40–2,10	0,10–0,35	0,35	...
Ni5	W21042	0,12	1,60	0,80	0,025	0,030	...	0,70–1,10	0,10–0,35	0,35	...
F1	W21150	0,12	0,70–1,50	0,80	0,030	0,030	0,15	0,90–1,70	0,55	0,35	...
F2	W20240	0,17	1,25–2,25	0,80	0,030	0,030	...	0,40–0,80	0,40–0,65	0,35	...
F3	W21140	0,17	1,25–2,25	0,80	0,030	0,030	...	0,70–1,10	0,40–0,65	0,35	...
F4	W20440	0,17	1,60	0,80	0,035	0,030	0,60	0,40–0,80	0,25	0,35	Ti + V + Zr: 0,03
F5	W22540	0,17	1,20–1,80	0,80	0,020	0,020	0,65	2,00–2,80	0,30–0,80	0,50	...
F6	W22640	0,14	0,80–1,85	0,80	0,020	0,030	0,65	1,50–2,25	0,60	0,40	...
M1	W21240	0,10	0,60–1,60	0,80	0,030	0,030	0,15	1,25–2,00	0,35	0,30	Ti + V + Zr: 0,03
M2	W21340	0,10	0,90–1,80	0,80	0,020	0,020	0,35	1,40–2,10	0,25–0,65	0,30	Ti + V + Zr: 0,03
M3	W22240	0,10	0,90–1,80	0,80	0,020	0,020	0,65	1,80–2,60	0,20–0,70	0,30	Ti + V + Zr: 0,03
M4	W22440	0,10	1,30–2,25	0,80	0,020	0,020	0,80	2,00–2,80	0,30–0,80	0,30	Ti + V + Zr: 0,03
M5	W21345	0,12	1,60–2,50	0,50	0,015	0,015	0,40	1,40–2,10	0,20–0,50	0,30	Ti: 0,03 V: 0,02 Zr: 0,02

ТАБЛИЦА 3 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА^a

Обозначение металла сварного шва ^{b,c}	Номер по UNS ^d	Весовой процент ^{e, f, g}									
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	Другие
M6	W21346	0,12	1,60–2,50	0,50	0,015	0,015	0,40	1,40–2,10	0,70–1,00	0,30	Ti: 0,03 V: 0,02 Zr: 0,02
W	W20140	0,12	0,50–1,60	0,80	0,030	0,035	0,45–0,70	0,40–0,80		0,30–0,75	
G		По соглашению между поставщиком и покупателем									

- a. Данные требования применимы как к комбинациям флюс-твердый электрод, так и к комбинациям флюс-составной электрод.
- b. Для обозначения составных электродов в начале обозначения соответствующего металла шва ставится "ЕС".
- c. Буква "N" (при использовании в качестве индекса) представляет собой дополнительное (необязательное) обозначение, которое определяет предельное содержание фосфора, ванадия и меди следующим образом: P = 0,012 % макс., V = 0,05 % макс., и Cu = 0,08 % макс. См. дополнительные требования в п. 13.4. См. в приложении А, подпункте А2.1 пояснения для использования по назначению электродов с обозначением "N".
- d. См. ASTM DS-56/SAE HS-1086 «Металлы и сплавы в Единой системе числового обозначения».
- e. Металл сварного шва следует проанализировать на наличие элементов, содержание которых указано в этой таблице. Если в ходе исследования обнаружены другие элементы (помимо железа), следует определить их общее содержание и убедиться, что оно не превышает 0,50 %.
- f. Единственное значение соответствует максимальному.
- g. Вместо наплавки, показанной на рис. 3, образец для химического анализа можно отбирать из суженного сечения образца, разрушенного в ходе испытания на растяжение (см. п. 10.2), или из подходящего места (или любого места, расположенного выше) металла сварного шва с разделкой кромок (см. рис. 4). В спорных случаях наплавленная поверхность применяется как арбитражный метод.
- h. Буква "R" (при использовании в качестве индекса) представляет собой дополнительное (необязательное) обозначение, которое определяет предельное содержание серы, фосфора, меди, мышьяка, олова и сурьмы следующим образом: S = 0,010 % макс., P = 0,010 % макс., Cu = 0,15 % макс., As = 0,005 % макс., Sn = 0,005 % макс., и Sb = 0,005 % макс. Данное ограничение количества остаточных примесей необходимо для обеспечения соответствия заданному значению коэффициента "X" для применения в условиях ступенчатого охлаждения.
- i. Mn + Ni = 1,50 % макс. (см. А7.2.3.1 в Приложении А).
- j. Максимальное содержание марганца в металле шва классов Ni1 и Ni2 может составлять 1,80 % при предельном содержании углерода не более 0,10 %.

В спорных случаях наплавленная поверхность применяется как арбитражный метод.

9.1.3 Классификация комбинаций флюс-электрод. Для классификации каждой комбинации флюс-твердый электрод или флюс-составной электрод для многопроходной сварки необходимо испытать один сварной узел с выполненным швом с разделкой кромок. Такой узел показан на рис. 4 и предназначен для определения механических свойств и бездефектности металла шва. Для проведения химического анализа металла шва потребуются еще один испытательный сварной узел – наплавка (см. рис. 3). Для химического анализа металла, наплавленного составным электродом, Примечание (3) к табл. 3 допускает отбор образцов из участка суженного сечения образца, разрушенного при испытании на растяжение, или из подходящего места (или любого места, расположенного выше) металла шва с разделкой кромок (см. рис. 4), что позволяет избежать необходимости изготовления наплавки. В спорных случаях наплавленная поверхность применяется как арбитражный метод. Для классификации каждой комбинации флюс-твердый электрод или флюс-составной электрод для двухпроходной сварки необходимо испытать один сварной узел с выполненным стыковым швом. Такой узел показан на рис. 5 и предназначен для определения механических свойств и бездефектности металла шва.

9.2 Подготовка. Подготовка каждого опытного сварного узла должна проводиться в соответствии с п.п. 9.3, 9.4 и 9.5. Основной металл, используемый для наплавки для многопроходной сварки и для испытательного узла со швом с разделкой кромок, определен в таблице 8 в соответствии с видом испытания и должен соответствовать требованиям соответствующих технических условий ASTM согласно табл. 8 или эквивалентных им ТУ. Испытание сварных узлов должно производиться в соответствии с указаниями пунктов 10–13.

9.3 Наплавка. В случае составных электродов или любой комбинации флюс-электрод, наплавку выполняют в соответствии с рис. 3, кроме случаев, когда используется альтернативный вариант согласно п. 9.1.2 или 9.1.3. В качестве основного металла для наплавки используется металл любого подходящего размера и типа, указанного в табл. 8. Поверхность основного металла, на который наносится сварочный металл, должна быть чистой. Наплавка должна быть выполнена в нижнем положении при сварке, по три прохода на слой, высота 4 слоя. Для классификации составных электродов используется флюс, с которым должен использоваться составной электрод. Температура предварительного подогрева должна быть минимум 60 °F [15 °C], температура между проходами не должна превышать 300 °F [150 °C]. Параметры сварки для наложения шва с разделкой кромок должны соответствовать параметрам, указанным в таблице 6. Шлаки должны удаляться после каждого прохода. Между проходами наплавку можно резко охлаждать в воде, но перед началом каждого прохода она должна быть сухой. Испытание узла должно проводиться согласно пункту 10, Химический анализ.

9.4 Сварной шов с разделкой кромок для классификации для многопроходной сварки

9.4.1 Для проверки механических свойств и бездефектности для классификации комбинации флюс-электрод для многопроходной сварки необходимо подготовить опытный узел и провести сварку в соответствии с рис. 4 и табл. 6 с использованием основного металла соответствующего типа, как указано в табл. 8. Перед сваркой узел можно предварительно установить, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для удобства отбора испытательных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости не более чем на 5 градусов.

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация электродов по AWS ^c	Номер по UNS ^d	Весовой процент ^{a, b}										
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu ^e	V	Другие
EL8 ^f	K01008	0,10	0,25–0,60	0,07	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EL8K ^f	K01009	0,10	0,25–0,60	0,10–0,25	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EL12 ^f	K01012	0,04–0,14	0,25–0,60	0,10	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EM11K ^f	K01111	0,07–0,15	1,00–1,50	0,65–0,85	0,030	0,025	...	...	...	0,35	...	...
EM12 ^f	K01112	0,06–0,15	0,80–1,25	0,10	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EM12K ^f	K01113	0,05–0,15	0,80–1,25	0,10–0,35	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EM13K ^f	K01313	0,06–0,16	0,90–1,40	0,35–0,75	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EM14K ^f	K01314	0,06–0,19	0,90–1,40	0,35–0,75	0,025	0,025	...	...	...	0,35	...	Ti: 0,03–0,17
EM15K ^f	K01515	0,10–0,20	0,80–1,25	0,10–0,35	0,030	0,030	...	...	...	...	...	...
EH10K ^f	K01210	0,07–0,15	1,30–1,70	0,05–0,25	0,025	0,025	...	...	...	0,35	...	...
EH11K ^f	K11140	0,06–0,15	1,40–1,85	0,80–1,15	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EH12K ^f	K01213	0,06–0,15	1,50–2,00	0,20–0,65	0,025	0,025	...	...	...	0,35	...	...
EH14 ^f	K11585	0,10–0,20	1,70–2,20	0,10	0,030	0,030	...	...	...	0,35	...	...
EA1	K11222	0,05–0,15	0,65–1,00	0,20	0,025	0,025	...	...	0,45–0,65	0,35	...	...
EA1TiB	...	0,05–0,15	0,65–1,00	0,20	0,025	0,025	...	...	0,45–0,65	0,35	...	Ti: 0,05–0,30 B: 0,005–0,030
EA2TiB	...	0,05–0,17	0,95–1,35	0,20	0,025	0,025	...	...	0,45–0,65	0,35	...	Ti: 0,05–0,30 B: 0,005–0,030
EA2	K11223	0,05–0,17	0,95–1,35	0,20	0,025	0,025	...	...	0,45–0,65	0,35	...	...
EA3	K11423	0,05–0,17	1,65–2,20	0,20	0,025	0,025	...	...	0,45–0,65	0,35	...	...
EA3K	K21451	0,05–0,15	1,60–2,10	0,50–0,80	0,025	0,025	...	...	0,40–0,60	0,35	...	...
EA4	K11424	0,05–0,15	1,20–1,70	0,20	0,025	0,025	...	...	0,45–0,65	0,35	...	...
EB1	K11043	0,10	0,40–0,80	0,05–0,30	0,025	0,025	0,40–0,75	...	0,45–0,65	0,35	...	...
EB2 ^g	K11172	0,07–0,15	0,45–1,00	0,05–0,30	0,025	0,025	1,00–1,75	...	0,45–0,65	0,35	...	...
EB2H	K23016	0,28–0,33	0,45–0,65	0,55–0,75	0,015	0,015	1,00–1,50	...	0,40–0,65	0,30	0,20–0,30	...
EB3 ^g	K31115	0,05–0,15	0,40–0,80	0,05–0,30	0,025	0,025	2,25–3,00	...	0,90–1,10	0,35	...	...
EB5	K12187	0,15–0,23	0,40–0,70	0,40–0,60	0,025	0,025	0,45–0,65	...	0,90–1,20	0,30	...	...
EB6	S50280	0,10	0,35–0,70	0,05–0,50	0,025	0,025	4,50–6,50	...	0,45–0,70	0,35	...	...
EB6H	S50180	0,25–0,40	0,75–1,00	0,25–0,50	0,025	0,025	4,80–6,00	...	0,45–0,65	0,35	...	...
EB8	S50480	0,10	0,30–0,65	0,05–0,50	0,025	0,025	8,00–10,50	...	0,80–1,20	0,35	...	...
EB9	S50482	0,07–0,13	1,25 ^h	0,50	0,010	0,010	8,50–10,50	1,00 ^h	0,85–1,15	0,10	0,15–0,25	Nb (Cb): 0,02–0,10 N: 0,03–0,07 Al 0,04
ENi1	K11040	0,12	0,75–1,25	0,05–0,30	0,020	0,020	0,15	0,75–1,25	0,30	0,35	...	...
ENi1K	K11058	0,12	0,80–1,40	0,40–0,80	0,020	0,020	...	0,75–1,25	...	0,35	...	...
ENi2	K21010	0,12	0,75–1,25	0,05–0,30	0,020	0,020	...	2,10–2,90	...	0,35	...	...
ENi3	K31310	0,13	0,60–1,20	0,05–0,30	0,020	0,020	0,15	3,10–3,80	...	0,35	...	...
ENi4	K11485	0,12–0,19	0,60–1,00	0,10–0,30	0,020	0,015	...	1,60–2,10	0,10–0,30	0,35	...	...
ENi5	K11240	0,12	1,20–1,60	0,05–0,30	0,020	0,020	...	0,75–1,25	0,10–0,30	0,35	...	...
EF1	K11160	0,07–0,15	0,90–1,70	0,15–0,35	0,025	0,025	...	0,95–1,60	0,25–0,55	0,35	...	...
EF2	K21450	0,10–0,18	1,70–2,40	0,20	0,025	0,025	...	0,40–0,80	0,40–0,65	0,35	...	...
EF3	K21485	0,10–0,18	1,50–2,40	0,30	0,025	0,025	...	0,70–1,10	0,40–0,65	0,35	...	...

ТАБЛИЦА 4 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификация электродов по AWS ^c	Номер UNS ^d	Весовой процент ^{a, b}										
		C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu ^e	V	Другие
EF4	K12048	0,16–0,23	0,60–0,90	0,15–0,35	0,030	0,025	0,40–0,60	0,40–0,80	0,15–0,30	0,35	...	...
EF5	K41370	0,10–0,17	1,70–2,20	0,20	0,015	0,010	0,25–0,50	2,30–2,80	0,45–0,65	0,50	...	...
EF6	K21135	0,07–0,15	1,45–1,90	0,10–0,30	0,015	0,015	0,20–0,55	1,75–2,25	0,40–0,65	0,35	...	...
EM2 ⁱ	K10882	0,10	1,25–1,80	0,20–0,60	0,015	0,010	0,30	1,40–2,10	0,25–0,55	0,25	0,05	Ti: 0,10 Zr: 0,10 Al: 0,10
EM3 ⁱ	K21015	0,10	1,40–1,80	0,20–0,60	0,015	0,010	0,55	1,90–2,60	0,25–0,65	0,25	0,04	Ti: 0,10 Zr: 0,10 Al: 0,10
EM4 ⁱ	K21030	0,10	1,40–1,80	0,20–0,60	0,015	0,010	0,60	2,00–2,80	0,30–0,65	0,25	0,03	Ti: 0,10 Zr: 0,10 Al: 0,10
EW	K11245	0,12	0,35–0,65	0,20–0,35	0,030	0,025	0,50–0,80	0,40–0,80		0,30–0,80		
EG		-----Не указано-----										

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Электроды подвергают химическому анализу на содержание определенных элементов, содержание которых указано в данной таблице. Если в ходе исследования обнаружены другие элементы (помимо железа), следует определить их общее содержание и убедиться, что оно не превышает 0,50 %.
- Единственное значение соответствует максимальному.
- Буква "N" (при использовании в качестве индекса в классификации электродов) представляет собой дополнительное (необязательное) обозначение, которое определяет предельное содержание фосфора, ванадия и меди следующим образом: P = 0,012 % макс., V = 0,05 % макс., Cu = 0,08 % макс. См. A2.1 в приложении по обсуждению использования по назначению электродов с обозначением "N".
- См. ASTM DS-56/SAE HS-1086 «Металлы и сплавы в Единой системе числового обозначения».
- Величина предельного содержания меди включает любые медные покрытия, которые могут присутствовать на электроде.
- Данный электрод также классифицируется в соответствии с AWS A5.17/A5.17M «Электроды из углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия». Они включены в данные технические условия, т. к. могут использоваться с легированными флюсами для наплавки металла сварного шва в соответствии с табл. 3. Также электрод из углеродистой стали может использоваться для классификации комбинаций флюс-электрод для двухпроходной сварки в соответствии с положениями данных технических условий.
- Буква "R" (при использовании в качестве индекса) представляет собой дополнительное (необязательное) обозначение, которое определяет предельное содержание серы, фосфора, меди, мышьяка, олова и сурьмы следующим образом: S = 0,010 % макс., P = 0,010 % макс., Cu = 0,15 % макс., As = 0,005 % макс., Sn = 0,005 % макс. и Sn = 0,005 % макс. Данное ограничение количества остаточных примесей необходимо для обеспечения соответствия заданному значению коэффициента "X" для применения в условиях ступенчатого охлаждения.
- См. A7.2.3.1 в Приложении А по обсуждению сплава B9 и рекомендаций по уровню Mn + Ni, полученному в данной наплавке. См. также примечание i к табл. 3 по предельному содержанию Mn + Ni в наплавке B9.
- Предельное содержание элементов для классов с префиксом "EM" должно соответствовать указанным в военных технических условиях для аналогичных электродов.

ТАБЛИЦА 5
ИСПЫТАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ

Классификация AWS	Электрод	Химический анализ				Испытания по определению содержания диффузионного водорода
		Металл сварного шва	Радиографические испытания	Испытание на растяжение	Ударные испытания	
Все твердые электроды	Требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Все составные электроды	Не требуется	Требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Все комбинации флюс – твердый или составной электрод	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется ^a	b
Классификация электродов для многопроходной сварки						
Классификации всех комбинаций флюс-твердый или составной электрод для двухпроходной сварки	Не требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется ^a	b

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Если ударная вязкость обозначена символом "Z" (означающим отсутствие требований к ударной вязкости – табл. 2), ударное испытание не требуется.
- Испытание по определению содержания диффузионного водорода требуется только в том случае, если это оговорено покупателем или если производитель использует на ярлыке обозначение диффузионного водорода (см. также пункты A.3 и A.9 в Приложении А).

ТАБЛИЦА 6
ПАРАМЕТРЫ СВАРКИ ДЛЯ ОПЫТНОГО СВАРНОГО ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ПРИ МНОГОПРОХОДНОЙ СВАРКЕ

Условия сварки для твердых электродов ^{a, b, c}									
Размер электрода ^d		Сварочный ток (в амперах)	Напряжение дуги (В)	Вылет электрода ^e		Скорость подачи электрода		Тип тока ^h	Температура предварительного нагрева и температура между проходами
дюйм	мм			дюйм	мм	дюйм/мин (±1)	мм/с (±0,5)		
1/16	1,6	250–350	26–29	1/2–3/4	13–19	12	5,0	Переменный или постоянный любой полярности	См. таблицу 9, где указаны температуры предварительного нагрева и температуры между проходами для данного класса металла сварного шва
5/64	2,0	300–400	26–29	1/2–3/4	13–19	13	5,5		
3/32	2,4	350–450	27–30	3/4–1 1/4	19–32	14	6,0		
	2,5	350–450	27–30	3/4–1 1/4	19–32	14	6,0		
7/64	2,8	400–500	27–30	3/4–1 1/4	19–32	14	6,0		
	3,0	400–500	27–30	1–1 1/2	25–38	15	6,5		
1/8	3,2	425–525	27–30	1–1 1/2	25–38	15	6,5		
5/32	4,0	475–575	27–30	1–1 1/2	25–38	16	7,0		
3/16	4,8 ^e	525–625	27–30	1–1 1/2	25–38	17	7,0		
	5,0	550–650	27–30	1–1 1/2	25–38	17	7,0		
7/32	5,6 ^e	575–675	28–31	1 1/4–1 3/4	32–44	18	7,5		
	6,0	625–725	28–31	1 1/4–1 3/4	32–44	19	8,0		
1/4	6,4 ^e	700–800	28–32	1 1/2–2	38–50	20	8,5		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Величины, выраженные в дюймах или в дюймах/мин, относятся к A5.23. Величины, выраженные в миллиметрах или в мм/с, относятся к A5.23M.
- b. Указанные условия сварки относятся к механизированной или автоматической сварке с проходом по прямой (без поперечных колебаний электрода). Сварка выполняется в нижнем положении. Первый слой наплавляется за 1 или 2 прохода. Все остальные слои наносятся за 2–3 прохода, за исключением последнего, который требует выполнения 2, 3 или 4 проходов. Готовый сварной шов должен быть выполнен, по меньшей мере, на одном уровне с поверхностью испытательного листа.
- c. Условия сварки составным электродом устанавливаются по соглашению между поставщиком и покупателем.
- d. Классификация должна быть основана на свойствах металла шва, выполненного электродами калибра 5/32 дюйма [4,0 мм] или ближайшего существующего размера, если 5/32-дюймовые [4,0 мм] в промышленности не выпускаются. Условия, приведенные выше для электродов, отличных от 5/32-дюймовых [4,0 мм], используются тогда, когда классификация использует данные размеры или когда это необходимо для приемочных испытаний партии в соответствии со стандартом AWS A5.01 (если иное не оговорено покупателем в заказе).
- e. 4,8 мм, 5,6 мм и 6,4 мм согласно ISO 544:2003 не являются стандартными размерами.
- f. Первый слой может наплавляться при более низком сварочном токе.
- g. Вылет электрода представляет собой расстояние от мундштука до обрабатываемого изделия. Если производитель электродов рекомендует величину этого расстояния, выходящую за пределы приведенного в данном документе диапазона, его рекомендации следует выполнять в пределах ±1/4 дюйма [6,5 мм].
- h. В случае возникновения споров за эталонный ток принимается DCEP (постоянный ток при обратной полярности электрода).

Опытный сварной узел с отклонением от плоскости более чем на 5 градусов должен быть отбракован. Рихтовка испытательного узла не допускается. Испытание проводят согласно указаниям пунктов 10–13, причем узел испытывают либо в состоянии непосредственно после сварки, либо в состоянии термообработки после сварки, в зависимости от класса металла шва (см. рис. 1 и 1M).

9.4.1.1 Если требуется послесварочная термообработка (PWHT), испытательный узел необходимо обработать до того, как образцы для механического тестирования будут удалены. Термообработку можно производить и до, и после радиографического контроля.

9.4.1.2 Термообработка испытательного сварного шва с разделкой кромок при многопроходной сварке должна выполняться при температуре, указанной в таблице 9 для соответствующего обозначения металла сварного шва. После помещения сварного узла в печь температуру в ней следует поддерживать на уровне не выше 600 °F [315 °C]. Температуру испытательного узла необходимо повышать со скоростью (150–500) °F [(85–280) °C] в час до достижения температуры выдержки, указанной в табл. 9.

Данную температуру необходимо поддерживать в течение часа (–0, +15 минут), за исключением случаев, перечисленных в примечании к табл. 9.

9.4.1.3 После этого следует дать испытательному узлу полностью охладиться в печи со скоростью не более 350 °F [200 °C] в час; узел можно вынуть из печи, когда температура печи достигнет 600 °F [300 °C] и дать ему охладиться на воздухе.

9.5 Стыковой сварной шов для классификации при двухпроходной сварке

9.5.1 Для проверки механических свойств и бездефектности для классификации комбинации флюс-электрод для двухпроходной сварки необходимо подготовить испытательный узел и провести сварку в соответствии с рис. 5 и таблицей 7 с использованием основного металла соответствующего типа, как указано в таблице 8. Перед сваркой узел можно предварительно установить, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для удобства отбора испытательных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить плоское положение после сварки. Рихтовка испытательного узла не допускается. Испытание проводят согласно указаниям пунктов 11–13, причем узел испытывают либо в состоянии непосредственно после сварки, либо в состоянии термообработки после сварки, в зависимости от класса металла шва (см. рис. 2 и 2M).

9.5.1.1 Если требуется послесварочная термообработка, испытательный узел необходимо обработать до того, как образцы для механического тестирования будут удалены. Термообработку можно производить и до, и после радиографического контроля.

ТАБЛИЦА 7
ПАРАМЕТРЫ СВАРКИ ДЛЯ ОПЫТНОГО СВАРНОГО УЗЛА ПРИ ДВУХПРОХОДНОЙ СВАРКЕ^{a, b}

Диаметр электрода		Метод ^c	Температура предварительного нагрева/между кромками	Подводимое тепло ^d (для каждого прохода)
дюймов	мм			
		DCEP [один электрод] или Переменный ток [один электрод] или DCEP – первый электрод, переменный ток – второй электрод [пара электродов] или Переменный ток – первый электрод, переменный ток – второй электрод [пара электродов]	212 °F [100 °C] Максимум	55–80 кДж/дюйм [2,2–3,1 кДж/мм]

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Опытный узел сваривается в нижней позиции в два прохода, по одному с каждой стороны. Метод сварки должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 7, а также соответствовать принятой технике сварки. Применяемая методика должна обеспечивать достаточное соединение наплавленных валиков сварного шва с обеих сторон. Перечисленные требования относятся как к твердым, так и к составным электродам.
- b. Указанные условия сварки относятся к механизированной или автоматической сварке с проходом по прямой (без поперечных колебаний электрода).
- c. Методика с использованием одного электрода с DCEP (постоянный ток при обратной полярности) или переменным током (AC) или двух электродов в паре (DCEP/AC или AC/AC) может использоваться в классификационных целях. Для обоих проходов должен использоваться один и тот же метод. В случае возникновения споров DCEP считается эталонным током.
- d. Подводимое тепло рассчитывается следующим образом:

$$(1) \text{ Подводимое тепло (кДж/дюйм)} = \frac{B \times A \times 60}{\text{Скорость подачи электрода, дюймы/мин} \times 1000} \quad \text{или} \quad \frac{B \times A \times 60 \times \text{время оплавления (мин)}}{\text{Длина шва (дюймы)} \times 1000}$$

$$(2) \text{ Подводимое тепло (кДж/мм)} = \frac{B \times A \times 60}{\text{Скорость подачи электрода (мм/мин)} \times 1000} \quad \text{или} \quad \frac{B \times A \times 60 \times \text{время оплавления (мин)}}{\text{Длина шва (мм)} \times 1000}$$

Для метода с двухпроводной парой подводимое тепло рассчитывается как арифметическая сумма подводимого тепла по каждому электроду.

- e. Классификация должна быть основана на свойствах металла шва, выполненного электродами калибра $\frac{5}{32}$ дюйма [4,0 мм] или ближайшего существующего размера, если $\frac{5}{32}$ -дюймовые [4,0 мм] в промышленности не выпускаются. В некоторых случаях может потребоваться использование электрода иного диаметра для приемочных испытаний партии в соответствии с AWS A5.01, если покупателем не оговорены иные условия. Требования к подводу тепла, изложенные выше, для $\frac{5}{32}$ -дюймовых [4,0 мм] электродов, также применимы при использовании электродов другого диаметра.

9.5.1.2 Подлежащие термообработке сварные узлы с выполненным стыковым швом при двухпроходной сварке должны проходить термообработку при $(1150 \pm 25)^\circ\text{F}$ [$(620 \pm 15)^\circ\text{C}$] в течение 30 минут (–0, +7 минут). После помещения сварного узла в печь температуру в ней следует поддерживать на уровне не выше 600°F [315°C]. Температура опытного узла должна повышаться со скоростью $(150\text{--}500)^\circ\text{F}$ [$(85\text{--}280)^\circ\text{C}$] в час. Метод PWHT, описанный выше, также применим к классу флюс-электрода FXTXG-EXX, если иное не указано покупателем.

9.5.1.3 После этого следует дать испытательному узлу полностью охладиться в печи со скоростью не более 350°F [200°C] в час; узел можно вынуть из печи, когда температура печи достигнет 600°F [300°C] и дать ему охладиться на воздухе.

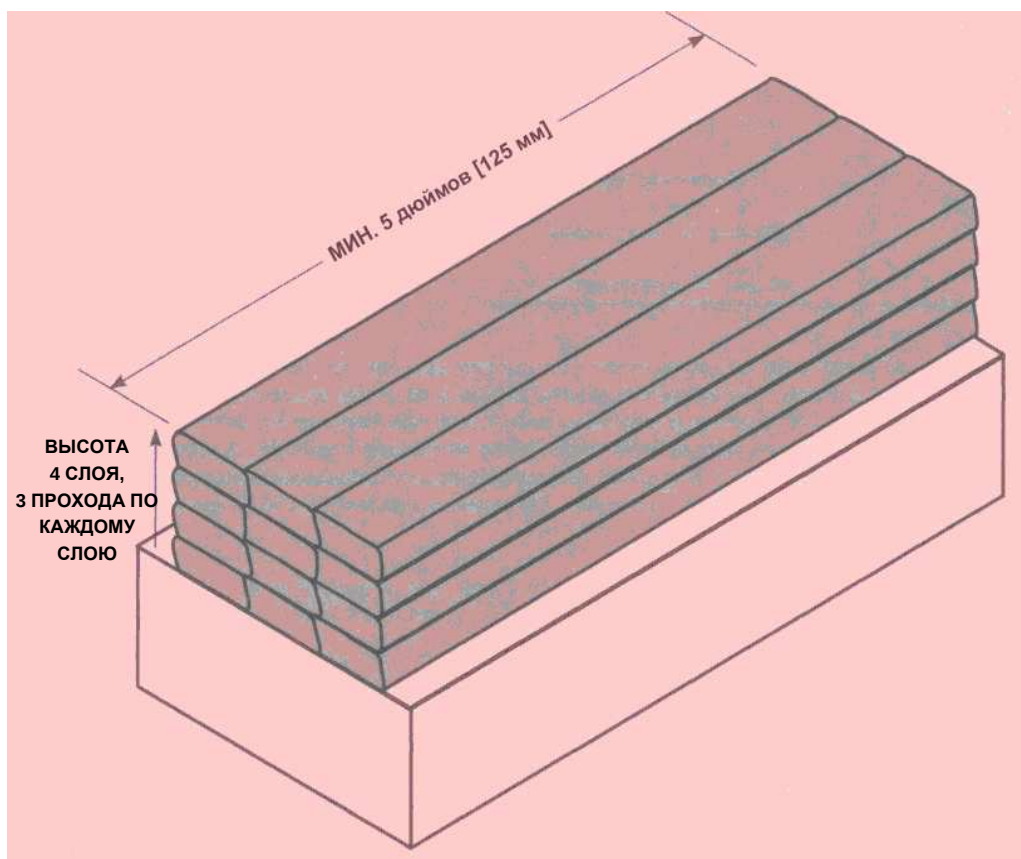
9.6 Диффузионный водород. В тех случаях, когда в обозначении класса комбинации флюс-электрод присутствует дополнительное обозначение диффузионного водорода, необходимо провести подготовку, сварку и испытания четырех образцов в соответствии с указаниями пункта 14 «Испытание по определению содержания диффузионного водорода».

10 Химический анализ

10.1 Образец твердого электрода или прутковой заготовки должен быть подготовлен для химического анализа. При проведении химического анализа твердого электрода на содержание элементов, входящих в состав покрытия (например, омеднения), покрытие не удаляется. При анализе электрода на элементы, отсутствующие в покрытии, оно должно быть удалено, если его наличие может повлиять на результаты анализа. Анализ прутковой заготовки на элементы, отсутствующие в покрытии, может проводиться до уменьшения заготовки до диаметра готового электрода и нанесения покрытия.

10.2 Классификация составного электрода основана на составе металла сварного шва, полученного с использованием электрода и флюса, используемыми для классификации. Для составных электродов и для классификации комбинаций флюс-электрод для многопроходной сварки образец для анализа отбирается из наплавки в соответствии с рис. 3, из участка уменьшенного сечения разрушенного образца для испытания на растяжение в соответствии с рис. 4, или из подходящего места (или любого места, расположенного выше) в металле стыкового сварного шва в соответствии с рис. 4. Металл стыкового сварного шва, использующийся для классификации для двухпроходной сварки (рис. 5), не может использоваться в целях классификации составных электродов.

РИС. 3 НАПЛАВКА ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА



Примечания:

1. Ширина, толщина и длина листа основного металла могут иметь любые значения, соответствующие используемому диаметру электрода и методу сварки. Тип основной плиты должен соответствовать табл. 8 для используемого обозначения металла сварного шва.
2. Валики шва наплавляют в отсутствии механических колебаний. Условия сварки должны соответствовать параметрам сварки, указанным в таблице 6 для сварного шва с разделкой кромок при многопроходной сварке.
3. Участки шва длиной по 2 дюйма [50 мм], отмеренные от его начала и конца, не учитываются. Верхнюю поверхность необходимо удалить. Образцы для химического анализа отбирают из нижележащего металла четвертого слоя наплавки.

Верхнюю часть наплавки, рассмотренной в п. 9.3 и показанной на рис. 3, необходимо удалить и отбраковать. Образец для анализа следует отобрать из нижележащего металла четвертого слоя наплавки с применением необходимых механических средств. Проба не должна содержать шлака. Образец должен быть отобран не ближе чем на $\frac{3}{8}$ дюйма [10 мм] от поверхности основного металла. Образец для химического анализа, взятый из уменьшенного сечения образца, разрушенного в ходе испытания на растяжение, или из соответствующего места (или из любого места выше него) сварного шва с разделкой кромок согласно рис. 4, должен быть подготовлен для анализа соответствующим механическим способом.

10.3 Образец следует анализировать при помощи принятых аналитических методов. Метод, указанный в последнем издании ASTM E 350, является арбитражным методом.

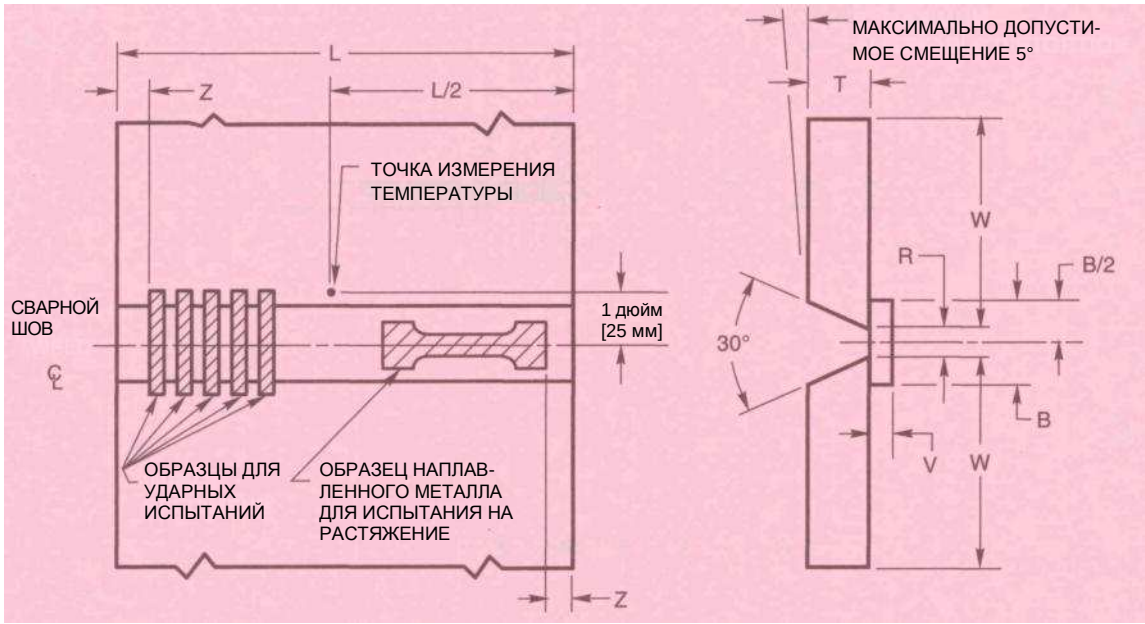
10.4 Результаты анализа твердых электродов должны отвечать требованиям таблицы 4 для классификации испытываемых электродов.

Результаты анализа металла сварного шва для составных электродов, а также для классификации комбинаций флюс-электрод для многопроходной сварки, должны соответствовать требованиям табл. 3 для применимого обозначения металла сварного шва.

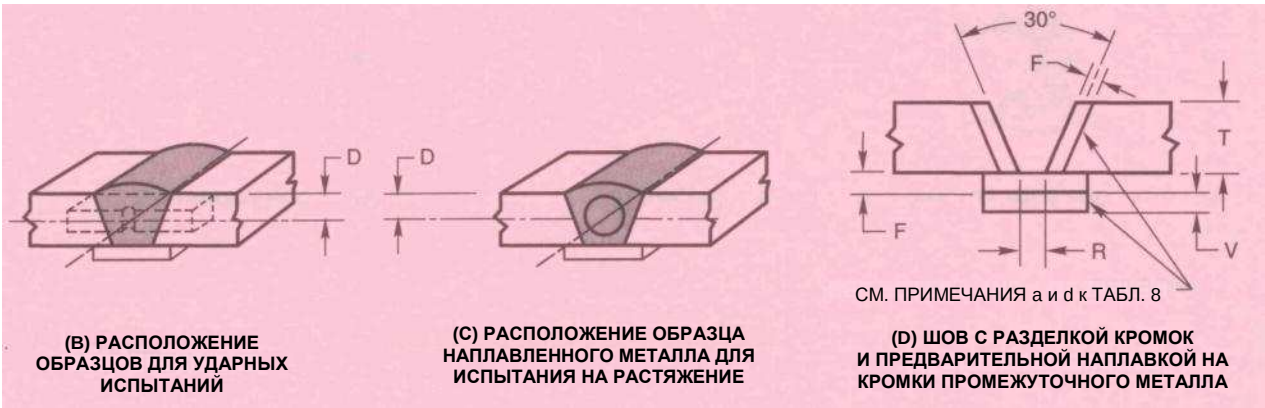
11 Радиографические испытания

11.1 Шов с разделкой кромок для классификации для многопроходной сварки, описанный в п. 9.4 и показанный на рис. 4, необходимо подвергнуть радиографическому исследованию для определения бездефектности металла шва. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и шов с обеих сторон должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основного металла либо с ровным по высоте выступом, не превышающим $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм]. Допускается удаление основного металла с обеих сторон опытного узла на $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания.

РИС. 5 ОПЫТНЫЙ СВАРНОЙ УЗЕЛ ПРИ ДВУХПРОХОДНОЙ СВАРКЕ



(А) КОНФИГУРАЦИЯ СОЕДИНЕНИЯ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ



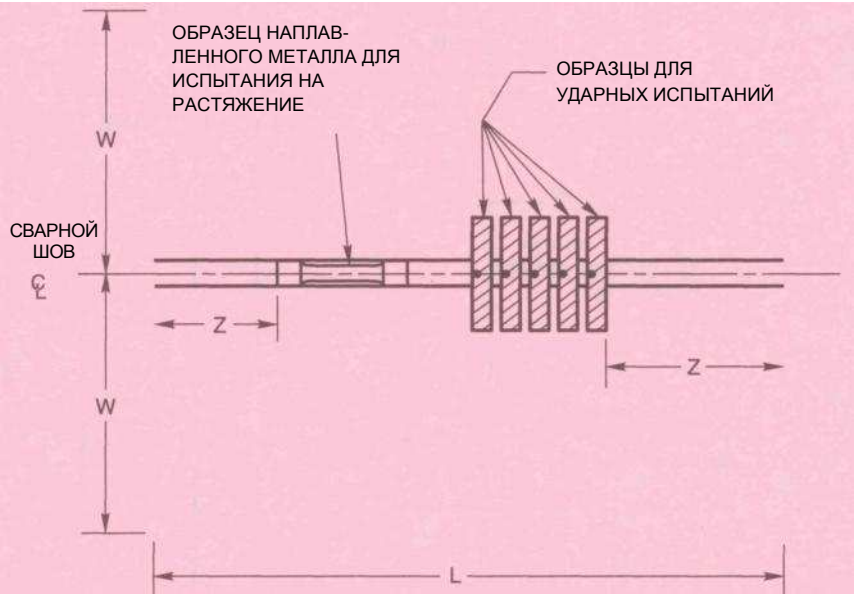
(В) РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ УДАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

(С) РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦА НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ

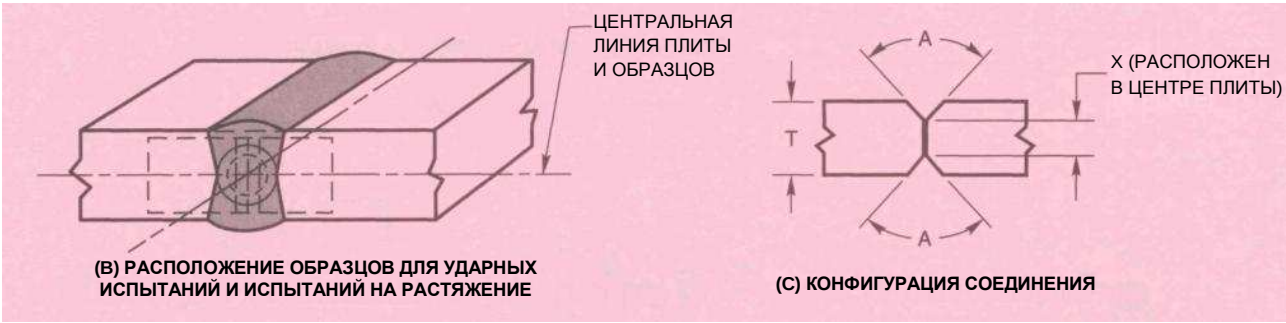
(D) ШОВ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ НАПЛАВКОЙ НА КРОМКИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МЕТАЛЛА

БУКВА	РАЗМЕРЫ	ДЮЙМОВ	ММ
L	Длина (не менее)	12	305
T	Толщина	1 ± 1/16	25 ± 1,5
W	Ширина (не менее)	5	127
D	Центр образца	3/8 ± 1/32	9,5 ± 1,0
B	Ширина подкладочной полосы (не менее)	2	50
R	Зазор между кромками	1/2 ± 1/16	13 ± 1,5
Z	Обрезка (не менее)	1	25
V	Толщина подкладки:		
	без наплавки промежуточного металла (не менее)	1/2	13
	с наплавкой промежуточного металла (не менее)	3/8	9,5
F	Толщина наплавки промежуточного металла (не менее)	1/8	3,2

РИС. 5 ОПЫТНЫЙ СВАРНОЙ УЗЕЛ ПРИ ДВУХПРОХОДНОЙ СВАРКЕ



(А) РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ



(В) РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ УДАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ

(С) КОНФИГУРАЦИЯ СОЕДИНЕНИЯ

РАЗМЕР	РАЗМЕРЫ	РАЗМЕРЫ	РАЗМЕРЫ
A	Угол скоса кромки (не более)	90°	90°
L	Длина (не менее)	12 дюймов	300 мм
T	Толщина	($\frac{1}{2} \pm \frac{1}{16}$) дюйма	($12 \pm 1,5$) мм
W	Ширина (не менее)	5 дюймов	125 мм
X	Скошенная кромка (не менее)	$\frac{3}{16}$ дюйма	5 мм
Z	Обрезка (не менее)	1 дюйм	25 мм

Толщина металла сварного шва не должна уменьшаться более чем на $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм], в этом случае толщина подготовленного образца для радиографических испытаний будет, как минимум, равна толщине основного металла, за вычетом $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм]. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации рентгенограмм.

Стыковой сварочный шов для классификации для двухпроходной сварки, описанный в п. 9.5 и показанный на рис. 5, необходимо подвергнуть радиографическому исследованию для определения бездефектности металла шва. При подготовке к радиографическому исследованию оба конца опытного соединения можно обрезать для удаления технологических пластин, если они использовались, а также избыточного наплавленного металла со-

единения; поверхность обоих наплавленных валиков можно подвергнуть механической обработке или отшлифовать начисто и заподлицо с оригинальной поверхностью основного металла или ровным по высоте выступом, не превышающим $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм]. Допускается удаление основного металла с обеих сторон опытного образца на $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления наращивания. Толщина металла сварного шва не должна уменьшаться более чем на $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм], в этом случае толщина подготовленного образца для радиографических испытаний будет, как минимум, равна толщине основного металла, за вычетом $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм]. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации рентгенограмм.

ТАБЛИЦА 8
ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПЫТНЫХ УЗЛОВ

Вид классификации	Обозначение металла шва	Основной металл	
		Стандарт ASTM ^{a, b}	Номер по UNS ^c
Классификация для многопроходной сварки	A1, A2, A3, A4	A 204 Марка A	K11820
	B2, B2H и B5	A 387 Марка 11	K11789
	B3 и B4	A 387 Марка 22	K21590
	B6 и B6H	A 387 Марка 5	S50200
	B8	A 387 Марка 9	S50400
	B9	A 387 Марка 91	S50460
	Ni1	A 516 Марка 60, 65, или 70, A 537 Класс 1 или 2	K02100, K02403, K02700 или K12437
	Ni2	A 537 Класс 1 или 2, или A 203 Марка A или B	K12437, K21703 или K22103
	Ni3	A 203 Марка D или E	K31718 или K32018
	Ni4 и Ni5	A 537 Класс 1 или 2, или A 203 Марка A или B	K12437, K21703, K22103
	F1 и F4	A 537 Класс 1 или 2, или A 533 (любой тип или марка в данных технических условиях)	K12437, K12521, K12539, K12529, K12554
	F2 and F3	A 302 Марка C или D, или A 533 Тип B, C или D	K12039, K12054, K12539, K12529, K12554
	F5 and F6	A 514 или A 517 (любой тип или марка в данных технических условиях)	K11511, K11576, K11625, K11630, K11646, K11683, K11856, K21604 или K21650
	M1, M2, M3, M4, M5, M6	A 514 или A 517 (любой тип или марка в данных технических условиях), или A 543 Тип B или C	K11511, K11576, K11625, K11630, K11646, K11683, K11856, K21604, K21650 или K42339
	W	A 572 или A 588 (любой тип или марка в данных технических условиях)	K02303, K02304, K02305, K02306, K11430, K12040, K12043 или K11538
	G	Примечание d.	
Классификация для двухпроходной сварки ^e	Не применяется	A 131 Марка AH36	K11852
		A 516 Марка 70	K02700

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Для классификации комбинации флюс-электрод для многопроходной сварки, для любого класса металла сварного шва в настоящих технических условиях может использоваться ASTM A36, A285 Марка C, A515 Марка 70 или A516 Марка 70. В этом случае на кромки шва и контактную поверхность подкладки наплавляется слой промежуточного металла, как показано на рис. 4; при этом используется комбинация флюс-электрод, обеспечивающая наплавление металла, сходного по составу с испытываемым, или же используется электрод указанного состава, классифицированный по другим техническим условиям AWS на присадочные металлы на основе низколегированной стали. В качестве альтернативы для указанного класса металла шва соответствующие основные металлы могут использоваться для изготовления опытных сварных узлов без наплавления промежуточного металла. В спорных случаях арбитражным способом является применение стали A36 с наплавлением промежуточного металла.
- Допускается также применять эквивалентные по химическому составу стали других стандартных марок, принятых в США, или вообще любых метрических марок, параметры которых приведены в единицах СИ.
- В соответствии с классификацией, приведенной в стандарте ASTM DS-56, SAE HS-1086 «Металлы и сплавы в Единой системе числового обозначения».
- Для класса "G" (классификация комбинации флюс-электрод только для многопроходной сварки) допускается использование ASTM A 36, A 285 Марка C, A 515 Марка 70, или A 516 Марка 70; при этом на кромки шва и контактную поверхность подкладки наплавляется слой промежуточного металла, как показано на рис. 4, с использованием комбинации флюс-электрод, обеспечивающей наплавление металла, сходного по составу с испытываемым, или же используется электрод указанного состава, классифицированный по другим техническим условиям AWS на присадочные металлы на основе низколегированной стали. В качестве альтернативы для данного исследования может использоваться основной металл, для которого существует рекомендованная производителем комбинация флюса-электрода.
- Основной металл, не включенный в данную таблицу, может использоваться в целях классификации для двухпроходной сварки по договоренности, достигнутой между поставщиком и покупателем. Замена основного металла обозначается добавлением буквы "G" в классификации, как показано на рис. 2 и 2M.

ТАБЛИЦА 9
ТЕМПЕРАТУРА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА, МЕЖДУ ПРОХОДАМИ, ТЕМПЕРАТУРА ПОСЛЕСВАРОЧНОЙ
ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИЙ ДЛЯ МНОГОПРОХОДНОЙ СВАРКИ^{a, b}

Обозначение металла шва	Температура предварительного нагрева и температура между проходами ^c		Температура термообработки после сварки ^d	
	°F	°C	°F	°C
A1, A2, A3, A4, B1, B5, Nil, Ni2, Ni3, Ni4, Ni5, F1, F2, F3	300 ± 25	150 ± 15	1150 ± 25	620 ± 15
B2, B2H	300 ± 25	150 ± 15	1275 ± 25	690 ± 15
B3, B4	400 ± 25	205 ± 15	1275 ± 25	690 ± 15
B6, B6H, B8	400 ± 100	205 ± 50	1375 ± 25	745 ± 15
B9	500 ± 100	260 ± 50	1400 ± 25e	760 ± 15e
F4 ^f , F5 ^f , F6 ^f	300 ± 25	150 ± 15	1050 ± 25	565 ± 15
M1 ^f , M2 ^f , M3 ^f , M4 ^f , M5 ^f , M6 ^f , W ^f	300 ± 25	150 ± 15	1125 ± 25	605 ± 15
G	-----Не указано-----			

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Данные значения температур приведены здесь для электродов и флюсов, испытываемых и классифицируемых согласно настоящим техническим условиям, а не в качестве настоятельных рекомендаций для промышленного применения. Конкретные требования к производственной сварке определяются пользователем. Они могут отличаться, а могут совпадать с теми, которые указаны здесь (см. п. A8 в Приложении A).
- Значения температур предварительного нагрева, температур между проходами и температуры послесварочной термообработки (в зависимости от обстоятельств) для классификации комбинаций флюс-электрод для многопроходной сварки указаны для определенного состава металла сварного шва, как показано выше (см. п. 9.4). Для классификаций для двухпроходной сварки значения температур предварительного нагрева и температур между проходами даны в таблице 7, а требования к термообработке после сварки даны в п. 9.5.
- Значения температур предварительного нагрева и температур между проходами приведены здесь для опытных сварных узлов независимо от того, в каком состоянии узла проводится классификация комбинации флюс-электрод – непосредственно после сварки или в состоянии термообработки после сварки. Это необходимо в целях обеспечения однородности материала, и здесь могут (по выбору) указываться значения, подходящие для изготовления любой конкретной сварной конструкции. Изготовитель должен определять требования, предъявляемые к эксплуатационным характеристикам (см. также п. A8 в Приложении A).
- Если не оговорено иное, образцы из наплавленного металла, предназначенные для классификационных испытаний комбинаций флюс-электрод в состоянии термообработки после сварки, должны подвергаться термообработке в течение одного часа при температуре, указанной для данной классификации (см. п. 9.4).
- Подвергнуты PWHT при указанной температуре в течение двух часов –0, +15 минут.
- Эти классы обычно используются в состоянии непосредственно после сварки.

11.2 Радиографическое исследование шва должно проводиться в соответствии с ASTM E 1032. Качество контроля должно соответствовать уровню 2-2T.

11.3 Металл сварного шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявили следующее:

(1) Отсутствие трещин, неполного сплавления или проплавления.

(2) Отсутствие включений шлака длиннее $\frac{1}{4}$ дюйма [6 мм], либо длиннее $\frac{1}{3}$ толщины сварочного шва (большого из этих значений), или включений шлаковых групп в виде линии, общая длина которой превышает толщину сварочного узла более чем в 12 раз, за исключением случаев, когда расстояние между соседними включениями превышает 6-кратную длину самого длинного из включений в группе;

(3) Отсутствие скругленных индикаторных следов помимо тех, которые допускаются радиографическими эталонами, показанными на рис. 6.

При оценке рентгенограммы опытного сварного шва с разделкой кромок при многопроходной сварке, участки длиной 1 дюйм [25 мм] сварного шва с каждого конца опытного узла не должны приниматься во внимание. Оценка сварных узлов с выполненным стыковым швом при двухпроходной сварке должна проводиться на непрерывном отрезке, длиной не менее 10 дюймов [250 мм].

11.3.1 Альтернативным методом оценки является расчет общей площади скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке. Данная общая площадь на любом отрезке сварного шва, длиной 6 дюймов [150 мм], не должна превышать 6 % толщины опытного узла.

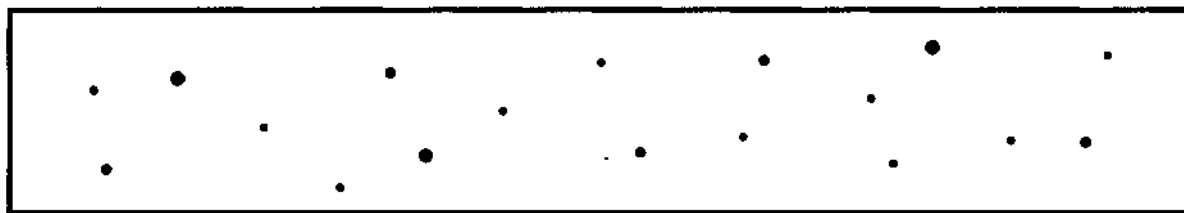
11.3.2 Скругленным индикаторным следом считается индикаторный след (на радиографическом снимке), длина которого превышает его ширину не более чем в три раза. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую или неправильную форму и могут иметь «хвост». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если он присутствует. Причиной появления индикаторного следа может быть пористость или шлаковые включения.

11.3.3 Общая площадь скругленных индикаторных следов для альтернативного метода не должна превышать значения, данные в примечании 3 к радиографическим стандартам (рис. 6A–6D). Если наибольший размер индикаторного следа не превышает $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм], им можно пренебречь. Испытательные узлы с индикаторными следами большими, чем наибольшие скругленные следы, допускаемые радиографическими эталонами, не отвечают требованиям данных технических условий.

12 Испытание на растяжение

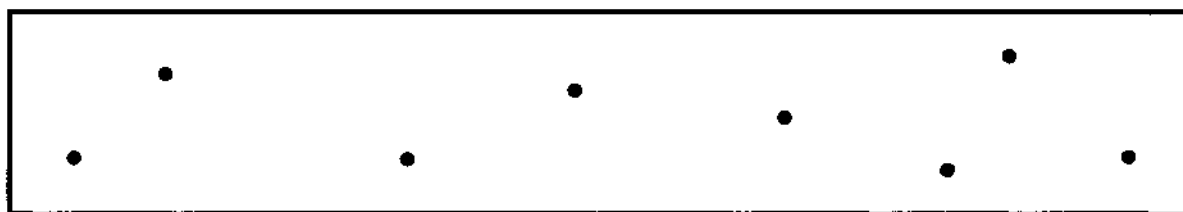
12.1 При классификации многопроходных электродов отбирают один образец для испытания сварного стыка на растяжение, как указано в разделе «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, механическим способом из сварного шва с разделкой кромок, показанного на Рис.4 и рассмотренного в п. 9.4. Образец для испытания на растяжение должен иметь номинальный диаметр 0,500 дюйма [12,5 мм] и номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4 : 1.

РИС. 6 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ

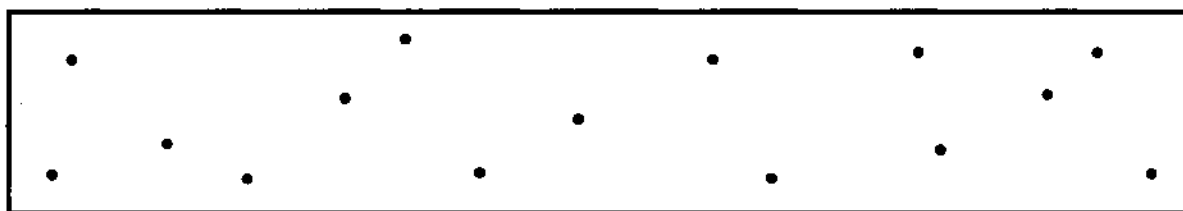
**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм] ДО $\frac{1}{16}$ дюйма [1,6 мм]
 ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм]
 РАВНО 18, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

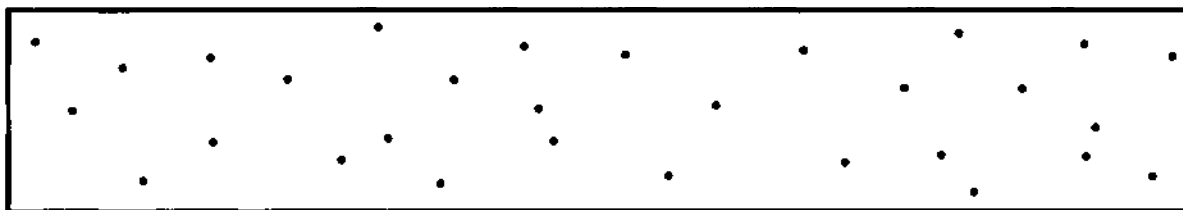
КРУПНЫЕ: ОТ $\frac{3}{64}$ дюйма [1,2 мм] ДО $\frac{1}{16}$ дюйма [1,6 мм] – ДОПУСКАЕТСЯ 3.
 СРЕДНИЕ: ОТ $\frac{1}{32}$ дюйма [0,8 мм] ДО $\frac{3}{64}$ дюйма [1,2 мм] – ДОПУСКАЕТСЯ 5.
 МЕЛКИЕ: ОТ $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм] ДО $\frac{1}{32}$ дюйма [0,8 мм] – ДОПУСКАЕТСЯ 10.

**(В) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ $\frac{3}{64}$ дюйма [1,2 мм]
 ДО $\frac{1}{16}$ дюйма [1,6 мм] ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО НА
 ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 8.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ $\frac{1}{32}$ дюйма [0,8 мм]
 ДО $\frac{3}{64}$ дюйма [1,2 мм] ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО НА
 ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 15.

**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР СОСТАВЛЯЕТ ОТ $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм] ДО $\frac{1}{32}$ дюйма [0,8 мм]
 ДОПУСТИМОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] = 30.

Примечания:

1. Для определения соответствия настоящим техническим условиям должна использоваться карта, наиболее близко соответствующая по размеру скругленных индикаторных следов радиографическому снимку испытательного узла. Скругленные индикаторные следы размером менее $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм] не учитываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
2. Настоящие радиографические требования относятся к испытательным сварным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более жесткими, нежели применяемые на производстве. Они соответствуют эталонам класса 1 в стандарте AWS A5.1/A5.1M.
3. При использовании альтернативного метода оценки, описанного в п. 11.3.1, суммарная площадь поперечного сечения скругленных индикаторных следов (рассчитанных по измерениям, снятым с радиографического снимка) не должна превышать 0,0150 кв. дюймов [10 мм²] на любых 6 дюймах (150 мм) сварного шва.

12.1.1 Металл, наплавленный с применением комбинации флюс-электрод и классифицируемый в состоянии термообработки после сварки, выдерживают перед окончательной механической обработкой, как показано в таблице 9 (см. п. 9.4.1.1).

12.1.2 Образец для испытаний любого из классов комбинаций флюс-электрод, за исключением испытываемых в состоянии термообработки после сварки, в промежутке между механической обработкой и испытанием может быть подвергнут старению при температуре до 220 °F [105 °C] в течение 48 ч, а затем охлаждению до температуры окружающей среды (см. п. A9.5 в Приложении A, где описывается назначение процесса старения).

12.1.3 Образец следует испытывать согласно разделу, посвященному испытаниям на растяжение, последнего издания стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

12.1.4 Результаты испытаний на растяжение должны отвечать требованиям, установленным в таблице 1 или 1M, в зависимости от случая.

12.2 При классификации двухпроходных электродов отбирают один образец для испытания на продольное растяжение, как указано в разделе «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, механическим способом из стыкового сварного шва, показанного на Рис. 5 и рассмотренного в п. 9.5.

Образец для проведения испытания на растяжение должен иметь номинальный диаметр 0,250 дюйма [6,0 мм] и номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4 : 1. Уменьшенное сечение образца для испытания на продольное растяжение должно располагаться полностью в зоне сварного шва.

12.2.1 Металл, наплавленный с применением комбинации флюс-электрод и классифицируемый в состоянии термообработки после сварки, выдерживают перед окончательной механической обработкой, как показано в п.9.5.1.2 и 9.5.1.3.

12.2.2 Образец для испытаний любого из классов комбинаций флюс-электрод, за исключением испытываемых в состоянии термообработки после сварки, в промежутке между механической обработкой и испытанием может быть подвергнут старению при температуре до 220 °F [105 °C] в течение 48 ч, а затем охлаждению до температуры окружающей среды. Обсуждение целей старения см. в Приложении A, A9.5.

12.2.3 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в разделе «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

12.2.4 Результаты испытаний на растяжение должны отвечать требованиям, установленным в таблице 1 или 1M, в зависимости от случая.

13. Ударные испытания

13.1 Для классификаций, требующих проведения ударных испытаний в соответствии с табл. 5, необходимо механическим способом отобрать из испытательного узла, показанного на рис. 4 или 5 (в зависимости от обстоятельств), пять полноразмерных образцов с V-образным надрезом для испытания на удар по Шарпи в соответствии с разделом «Испытания сварных швов на трещиностойкость» стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M. Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность образца с V-образным надрезом для испытаний по Шарпи должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм].

Другие две поверхности образца должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхность прямой угол с отклонением не более ± 10 минут. Надрез выполняют механическим способом, так, чтобы он был достаточно гладким и перпендикулярным продольным кромкам образца с допуском 1 градус. Геометрия надреза должна быть измерена, по крайней мере, у одного образца из пяти. Измерение должно производиться при увеличении минимум в 50 раз с помощью либо теневого электронного микроскопа, либо металлографического микроскопа. Правильное расположение надреза должно быть проверено травлением до или после механической обработки.

13.2 Испытания данных пяти образцов должны проводиться в соответствии с требованиями раздела «Испытания на трещиностойкость» стандарта AWS B4.0 или B4.0M. Температура испытания должна соответствовать значениям, указанным в табл. 2 для соответствующего класса электрода.

13.3 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не учитываются. Два из оставшихся трех значений должны быть равными или превышать заданный уровень энергии в 20 футов · фунт-сила [27 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 15 футов · фунт-сила [20 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее установленного значения уровня энергии 20 футов · фунт-сила [27 Дж].

13.4 Для классов с обозначением "N" (ядерный) необходимо дополнительно подготовить три образца. Данные образцы должны подвергаться испытаниям при комнатной температуре. Два результата из трех должны быть не ниже 75 футов · фунт-сила [102 Дж], а третий – не ниже 70 футов · фунт-сила [95 Дж]. Среднее значение из трех должно быть не менее 75 футов · фунт-сила [102 Дж].

14 Испытания по определению содержания диффузионного водорода

14.1 Каждая комбинация флюса-электрода, которую предполагается маркировать необязательным дополнительным обозначением содержания диффузионного водорода, подлежит испытанию в соответствии с одной из методик, описанных в стандарте AWS A4.3. На основании среднего значения результатов испытания при соответствии требованиям таблицы 10 разрешается включить соответствующее обозначение содержания диффузионного водорода в конец классификационного обозначения.

14.2 Для испытаний по определению содержания диффузионного водорода необходимо использовать технологию сварки, указанную в табл. 6 для опытного сварного шва с разделкой кромок при многопроходной сварке. При этом скорость подачи электрода можно увеличить до 28 дюймов/мин [12 мм/с]. Это изменение скорости подачи электрода допускается в целях обеспечения требуемой для испытания ширины наплавленного валика шва. Электрод, флюс или оба могут быть подвергнуты обжигу для восстановления перед испытанием содержания влаги, которое имело место в состоянии изделия непосредственно после изготовления. По завершении испытания в протоколе необходимо указать время и температуру обжига. По вопросу времени и температуры обжига, необходимого для восстановления характеристик изделия как в состоянии непосредственно после изготовления, следует проконсультироваться с производителем электродов и флюса.

ТАБЛИЦА 10
ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИФфуЗИОННОГО ВОДОРОДА^a

Классификация комбинаций флюс-электрод AWS A5.23/A5.23M	Необязательное дополнительное обозначение содержания диффу- зионного водорода ^b	Среднее содержание диффузи- онного водорода, не более (мл/100 г наплавленного металла) ^c
Все	H16	16,0
Все	H8	8,0
Все	H4	4,0
Все	H2	2,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Испытание по определению содержания диффузионного водорода требуется только в том случае, если это оговорено покупателем или если производитель использует на бирке обозначение диффузионного водорода (см. также разделы A.3 и A.9 в Приложении A).
- Данное обозначение добавляется в конце классификационного обозначения комбинации флюс-электрод (см. рис. 1, 1M, 2 или 2M, в зависимости от обстоятельств).
- Комбинации флюс-электрод, соответствующие символу H2, будут также отвечать требованиям для H4, H8 и H16. Комбинации флюс-электрод, соответствующие символу H4, будут также отвечать требованиям для H8 и H16. Комбинации флюс-электрод, соответствующие символу H8, будут также отвечать требованиям для H16.

14.3 Для сертификации соответствия требованиям к содержанию диффузионного водорода эталонными являются атмосферные условия, обеспечивающие абсолютную влажность 10 гран влаги на фунт сухого воздуха [1,43 г/кг] во время сварки. Фактические атмосферные условия должны быть указаны наряду со средним значением содержания диффузионного водорода в соответствии со стандартом AWS A4.3.

14.4 Если абсолютная влажность во время подготовки опытного узла равна эталонному значению или превышает его, испытание считается удовлетворяющим требованиям данных технических условий, при условии что фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям в отношении содержания диффузионного водорода для применяемого обозначения. Аналогичным образом, если фактические результаты испытания электрода отвечают требованиям к более низкому или самому низкому обозначению диффузионного водорода, как указано в табл. 10, электрод также отвечает требованиям для обозначения, соответствующего более высокому содержанию диффузионного водорода в табл. 10, без необходимости проведения повторного испытания.

15 Метод изготовления

Электроды и флюсы, классифицируемые согласно настоящим техническим условиям, могут быть изготовлены любым методом, который обеспечит получение материалов, отвечающих требованиям технических условий.

15.1 Шлаки повторного дробления. Шлак, образующийся в ходе сварочного процесса и подвергнутый в дальнейшем дроблению с целью использования в качестве сварочного флюса, называется шлаком повторного дробления. Шлаки повторного дробления и их смеси с неиспользованным (первичным) флюсом могут классифицироваться как сварочный флюс в соответствии с настоящими техническими условиями. При классификации смеси шлака повторного дробления с первичным флюсом, пропорция смешения не должна отличаться от номинальной больше чем на 10 % по второстепенному компоненту. Например, номинальная смесь, состоящая из 40 % шлака повторного дробления с 60 % первичного флюса, должна

ТАБЛИЦА 11
A5.23 СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ
ЭЛЕКТРОДОВ

Диаметр (дюйм)	Допуск (±, дюймов)	
	Твердый электрод (E)	Составной электрод (EC)
¹ / ₁₆ (0,062)	0,002	0,002
⁵ / ₆₄ (0,078)	0,002	0,003
³ / ₃₂ (0,094)	0,002	0,003
⁷ / ₆₄ (0,109)	0,003	0,003
¹ / ₈ (0,125)	0,003	0,003
⁵ / ₃₂ (0,156)	0,004	0,004
³ / ₁₆ (0,188)	0,004	0,004
⁷ / ₃₂ (0,219)	0,004	0,004
¹ / ₄ (0,250)	0,004	0,004

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Другие размеры и допуски принимаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

содержать от 36 % до 44 % шлака повторного дробления. Данные технические условия допускают классификацию нескольких соотношений компонентов в смеси шлака повторного дробления с неиспользованным (первичным) флюсом. В каждом случае номинальное соотношение компонентов в смеси должно указываться на упаковке или в соответствующем сертификате на партию, в зависимости от обстоятельств (см. приложение A, A6.1.4).

16 Требования к электродам

16.1 Стандартные размеры. Стандартные размеры электродов в различных формах упаковки (прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки) представлены в табл. 11, 11M и 12.

16.2 Отделка и однородность

16.2.1 Электроды должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения в составных электродах), инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства наплавленного металла шва.

16.2.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть изготовлен из одной партии или плавки металла. Сварные швы, если они есть, должны быть выполнены так, чтобы не препятствовать равномерной бесперебойной подаче электрода на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

16.2.3 Компоненты сердцевин составных электродов должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не ухудшать рабочие характеристики электрода и свойства металла шва.

16.2.4 На любой тип электрода, рассмотренный в настоящих технических условиях, может быть нанесено подходящее защитное покрытие, например, медное (омеднение).

16.3 Стандартные формы упаковки

16.3.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Размер и вес для каждой стандартной упаковки даны в табл. 12. Упаковочные формы и размеры, отличные от приведенных, должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

16.3.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

16.3.3 Барабаны должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию электродов при транспортировке и эксплуатации в обычных условиях, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять электроды в чистоте.

ТАБЛИЦА 11M
A5.23M СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ
ЭЛЕКТРОДОВ

Диаметр (мм)	Допуск (мм)	
	Твердый электрод (E)	Составной электрод (ЕС)
1,6	±0,04	+0,02/-0,06
2,0		
2,4		
2,5		
2,8		
3,0	±0,06	+0,02/-0,07
3,2		
4,0		
4,8		
5,0		
5,6	±0,08	+0,02/-0,08
6,0		
6,4		

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Другие размеры и допуски принимаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

16.4 Требования к намотке

16.4.1 Электроды на катушках и в бухтах (включая барабаны) должны быть намотаны без перекручивания, извивов, острых перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Наружный конец электрода (с которого будет начинаться сварка) должен быть маркирован в целях быстрого обнаружения и закреплен, чтобы предотвратить разматывание.

16.4.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

16.5 Маркировка электродов

16.5.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям раздела 16.7 при маркировке каждой упаковки, должна также быть обозначена на каждой бухте и барабане.

16.5.2 Бухты без бобины должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к электроду с внутреннего конца проволоки в бухте.

16.5.3 Информационная бирка должна быть надежно закреплена на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной и на катушке.

16.5.4 У барабанов эта информация должна быть четко обозначена на видном месте на боковой стороне барабана.

16.6 Упаковка. Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

16.7 Маркировка упаковки

16.7.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- (1) номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить); Для классификации комбинаций флюс-электрод – торговая марка флюса(-ов), с которым(-ыми) сочетается состав металла шва в соответствии с требованиями табл. 3;
- (2) название и торговый знак фирмы-производителя;
- (3) размер и масса нетто;
- (4) номер партии, контроля или плавки.

16.7.2 Информация о мерах предосторожности⁷, приведенная в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 (как минимум), или ее аналог, должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

17 Требования к флюсам

17.1 Форма и размер частиц. Флюс должен быть в виде гранул и обладать способностью свободного течения через трубки, вентили и насадки для его подачи в стандартном оборудовании для дуговой сварки под флюсом.

⁷ Типовые примеры «предупредительных ярлыков» изображены на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

ТАБЛИЦА 12
СТАНДАРТНАЯ УПАКОВКА^{a,c}

Тип упаковки	Ширина, макс.		Внутренний диаметр		Внешний диаметр, макс.	
	дюймов	мм ^b	дюймов	мм ^b	дюймов	мм ^b
Бухты с бобинами	3	75	$6\frac{3}{4} \pm \frac{1}{8}$	170 ± 3	...	...
	2 $\frac{1}{2}$	90 +0, -15	$12 \pm \frac{1}{8}$	300 +15, -0	17	435
	4 $\frac{5}{8}$	100 +10, -5	$12 \pm \frac{1}{8}$	300 +15, -0	18	450
	5	120 +10, -5	24	600 +20, -0	32	800
Бухты без бобин	По соглашению между покупателем и поставщиком					
Катушки	См. рис. 1A и 1B в AWS A5.02/A5.02M,				4	100
					8	200
					12	300
					13,5	340
					14	350
					22	560
					24	610
					30	760
Барабаны	Не применяется				15 $\frac{1}{2}$	400
					20	500
					23	600

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Другие размеры, допуски и формы упаковки подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.
- Значения, выделенные курсивом в столбцах с метрическими единицами, указаны в ISO 544 как для катушек с бобинами, так и для катушек без бобин. В ISO 544 вес нетто не указан.
- Вес нетто каждой упаковки согласовывается между покупателем и поставщиком.

Размер частиц в настоящих технических условиях не оговаривается, но в случае возникновения такого вопроса он разрешается по соглашению между покупателем и поставщиком.

17.2 Применимость. Флюс должен обеспечивать получение равномерных валиков шва правильной формы, плавно переходящих друг в друга и в основной металл. Подрез, если он возникает, не должен быть настолько глубоким и широким, чтобы его нельзя было перекрыть следующим валиком.

17.3 Упаковка

17.3.1 Флюс должен быть упакован таким образом, чтобы предотвратить его повреждение при транспортировке.

17.3.2 При нахождении в исходном закрытом контейнере флюс должен выдерживать хранение в обычных условиях не менее 6 месяцев без ухудшения сварочных характеристик или свойств металла, наплавленного с его применением. Если необходимо улучшить характеристики металла, допускается нагрев флюса с целью его подсушивания. Пользуйтесь специальными рекомендациями производителя.

17.4 Маркировка упаковки

17.4.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(1) номер технических условий AWS и классификационные обозначения с дополнительными необязательными обозначениями (год выпуска можно опустить). Для классификаций комбинаций флюс-составной электрод необходимо указать торговое обозначение составного электрода. Не обязательно указывать на упаковке все классификации, распространяющиеся на флюс (с различными электродами, с PWHT и без нее и т.д.);

(2) название, торговый знак и страна производителя. В случае шлака повторного дробления (или смесей шлака с первичным флюсом) поставщиком считается организация, производившая дробление или смешивание, а не изначальный производитель. Шлак повторного дробления или смесь шлака с первичным флюсом должны иметь уникальное торговое обозначение, которое будет четко отделять их от изначального первичного флюса, используемого при производстве (см. также Приложение А, A6.1.4);

(3) вес нетто;

(4) номер партии, контроля или плавки;

(5) размер частиц, если флюс данной торговой марки выпускается с различными размерами частиц;

17.4.2 Информация о мерах предосторожности, приведенная в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 (как минимум), или его аналоге, должна быть разборчиво нанесена на все упаковки флюса.

Приложение А (Информативное)

Руководство к техническим условиям AWS для электродов из низколегированной стали и флюсов для дуговой сварки под флюсом

(Данное приложение не является частью документа AWS A5.23/A5.23M2007, *Электроды из низколегированной стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом. Технические условия* и включено исключительно в информационных целях.)

A1 Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов и флюсов с их предполагаемым применением, чтобы технические условия использовались эффективно. Ссылки на соответствующие технические условия для основных металлов даются везде, где это возможно и может оказаться полезным. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный флюс или электрод.

A2 Система классификации

A2.1 Классификация электродов. Система обозначения классификации электродов, принятая в настоящих технических условиях, соответствует стандартной схеме, принятой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Буква "Е" (или "ЕС" в случае составных электродов) в начале каждого классификационного обозначения означает «электрод». Остальная часть обозначения указывает химический состав электрода или, в случае составных электродов, химический состав металла шва, полученного при использовании определенного флюса (см. рис. 1, 1М, 2 или 2М, в зависимости от обстоятельств).

В обозначении твердых электродов из углеродистой стали буква "L", идущая после "Е" означает, что твердый электрод имеет сравнительно низкое содержание марганца. Буква "М" после "Е" указывает на среднее содержание марганца, а буква "Н" после "Е" указывает на сравнительно высокое содержание марганца. Одна или две цифры, следующие после символа содержания марганца, указывают на номинальное содержание углерода в электроде. Указанные выше индикаторы содержания марганца и углерода не применимы к твердым углеродам из низколегированной стали. Для обозначения общего типа сплава в обозначениях твердых электродов из низколегированной стали используются одна или две буквы, идущие за буквой "Е". Последующие цифры обозначают конкретную классификацию. Буква "К", которая может встретиться в некоторых обозначениях в качестве индекса, указывает на то, что электрод выполнен из плавки раскисленной кремнием стали. Твердые электроды из углеродистой и низколегированной стали классифицируются только на основе их химического состава, как указано в табл. 4 настоящих технических условий.

Составной электрод обозначается буквой "С", следующей после буквы "Е", и цифровым или алфавитно-числовым обозначением. Состав составного электрода может включать металлические компоненты материала сердцевин, которые также присутствуют в виде окислов, фторидов и т.д. этих же элементов. Поэтому химический анализ составного электрода не может быть прямо сопоставлен с анализом, сделанным для твердого электрода. По этой причине понятие «состав составных электродов» не применяется в целях классификации в рамках данных технических условий, а пользователю предлагается рассмотреть состав металла шва (табл. 3), полученного с применением конкретного флюса, а не химический состав электрода.

В качестве примеров учитывайте следующие обозначения электродов: EL12, EM12K, EB3, EM3 и ECB3. Буква "Е" обозначает электрод, как и в других технических условиях. EL12 и EM12K являются твердыми электродами из углеродистой стали, а EB3 и EM3 – твердыми электродами из низколегированной стали. Их состав дан в табл. 4. ECB3 – составной электрод, о чем свидетельствует буква "С" после "Е". Составные электроды классифицируются по составу металла сварного шва, наплавленного специальным флюсом, как показано в табл. 3. Электрод ECB3, таким образом, является составным электродом, который при использовании с определенным флюсом произведет металл сварного шва, отвечающий требованиям наплавленного металла ВЗ, как показано в табл. 3.

Буква "N" в качестве индекса является необязательным дополнительным обозначением, показывающим, что электрод предназначен для некоторых специальных сварных швов для ядерного применения. Такие швы встречаются в опоясывающей части активной зоны ядерного реактора. Эта часть конструкции подвергается интенсивному нейтронному облучению, поэтому необходимо ограничить содержание фосфора, ванадия и меди в металле шва, чтобы снизить охрупчивание под действием нейтронного излучения. Необходимо также, чтобы металл шва имел высокий уровень ударной вязкости при вязком разрушении, чтобы выдерживать некоторое охрупчивание, сохраняя эксплуатационную надежность в течение многих лет. Такие электроды не требуются где-либо еще, однако они могут использоваться там, где требуется очень высокий уровень ударной вязкости при вязком разрушении металла шва.

A2.2 Класс "G"

A2.2.1 Данные технические условия включают в себя электроды, классифицированные как "EG" или "ECG". Индекс "G" указывает на то, что электрод относится к общему классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Цель создания данного класса состоит в том, чтобы обеспечить метод, благодаря которому электроды, отличающиеся в том или ином отношении (например, по химическому составу) от всех прочих классов (в том смысле, что состав электрода – в случае данного примера – не соответствует составу, указанному для любого класса в технических условиях) тем не менее, могут быть классифицированы в соответствии с техническими условиями. Целью является обеспечение возможности классификации полезного электрода непосредственно в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два электрода, каждый из которых имеет одну и ту же литеру "G" в своем классификационном обозначении, могут существенно различаться в определенном отношении (например, опять же, по химическому составу).

A2.2.2 В классификации для двухпроходной сварки обозначение "G" используется в случаях, когда по согласованию между поставщиком и покупателем используется основной металл, отличный от указанного (см. второй пример на рис. 2 и 2М).

A2.2.3 Суть различия (хотя не обязательно величина этого отличия) между электродами класса "G" и схожими классами без литеры "G" будет ясно видна из использования формулировок «не требуется» и «не оговорено» в данных технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

Формулировка «Не указано» используется в тех разделах технических условий, которые относятся к результатам какого-либо конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования для этого испытания не определены для данного класса.

Формулировка «Не требуется» используется в тех разделах данных технических условий, которые относятся к испытаниям, необходимым для классификации флюса или электрода. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса не были установлены. Иными словами, если требование не оговорено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести флюс или электрод к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность применения конкретного продукта данного класса, то ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику продукта. Покупатель должен также оговорить с поставщиком конкретную методику испытания и приемочные требования. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (с помощью стандарта AWS A5.01, «Присадочные металлы. Руководство по поставке») в заказ на поставку.

A2.2.4 Запрос о введении нового класса присадочного металла

(1) Если флюс или электрод невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса "G", производитель вправе запросить установления нового класса для данного флюса или электрода. Производитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже. Если производитель предпочитает использовать класс "G", Комитет A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса флюса или электрода, если данный флюс или электрод имеет коммерческое значение.

(2) Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В частности, запрос должен включать:

(a) все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, требования к химическому составу и механическим свойствам;

(b) все условия проведения испытаний, используемых для установления соответствия изделия классификационным требованиям. (Например, достаточно указать, что условия сварки одинаковы для всех классификаций);

(c) Информацию по описанию и использованию по назначению, которая аналогична подобной информации для существующих классификаций, для соответствующей секции данного приложения.

(3) Все запросы следует направлять в Секретариат Комитета A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. По получении запроса Секретариат предпримет следующие шаги:

(a) присвоит запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать дату получения запроса;

(b) подтвердит получение запроса и передаст идентификационный номер лицу, сделавшему запрос;

(c) направит копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(d) сдаст оригинал запроса в архив;

(e) внесет запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

(4) Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(5) Секретарь прилагает копию списка всех запросов, находящихся в рассмотрении, и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня для каждого заседания Комитета A5 по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества по сварке.

A2.3 Международная система обозначения присадочных материалов, разработанная Международным институтом сварки (IIW), принимается во многих технических условиях ISO. В табл. A.1 приведены обозначения, используемые в ISO 14171, ISO 24598 и ISO 26304 для сравнения с аналогичными классификациями данных технических условий. Для облегчения понимания предлагаемой международной системы обозначений, она приведена в таблицах 7A, 7B и 7C приложения к документу IFS:2002 стандарта AWS «*Международная система обозначений для классификации присадочных металлов*». Технические условия национальных стандартов многих индустриальных стран также даны в табл. 7A, 7B и 7C данного издания.

A2.4 Классификация флюсов. Флюсы классифицируют на основе механических свойств металла шва, полученного с их применением в сочетании с определенным классом электрода при определенных условиях испытаний, которые оговариваются в настоящих технических условиях. Классификация флюсов и электродов для многопроходной сварки включает требования к составу металла сварных швов. Классификация флюсов и электродов для двухпроходной сварки, допустимой согласно настоящим техническим условиям, не содержит требований к составу металла сварного шва (см. рис. 1, 1M, 2 или 2M, в зависимости от обстоятельств).

A2.4.1 Следует отметить, что флюс, фигурирующий под любым конкретным торговым обозначением, может относиться одновременно к нескольким классам. Это количество ограничивается только количеством различных классов электродов и условием термической обработки (испытание в состоянии непосредственно после сварки и в состоянии термообработки после сварки), при котором флюс может удовлетворить требованиям классификации. Маркировка флюса указывает, по крайней мере, одну, а может указывать и все классификации, которым соответствует данный флюс. Следует также отметить, что конкретные характеристики эксплуатационной пригодности (или рабочие характеристики) различных флюсов одного и того же класса могут отличаться в том или ином аспекте.

A2.4.2 Твердые электроды одного класса, как правило, взаимозаменяемы при использовании с определенным флюсом. Данное правило не распространяется на составные электроды.

A3 Приемка

Приемка флюсов и электродов, классифицируемых в соответствии с данными техническими условиями, проводится на основании испытаний и в соответствии с требованиями данных технических условий. Любые испытания, проведение которых покупатель требует от поставщика, для флюсов или электродов, поставляемых в соответствии с настоящими техническими условиями, должны быть четко оговорены в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01 «*Металлы при-*

садочные. Руководство по поставке». В случае отсутствия такого указания в заказе на поставку, поставщик может провести при поставке флюсов или электродов те испытания, которые он обычно проводит для флюсов или электродов данного класса, согласно программе F, табл. 1 стандарта AWS A5.01 «*Металлы присадочные. Руководство по поставке*». Проведение испытаний в соответствии с какой-либо другой программой, не указанной в данной таблице, должно быть специально оговорено в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

A4 Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и необязательных дополнительных обозначений (при их наличии) на упаковке изделий или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или производитель) подтверждает соответствие изделий требованиям данных технических условий. Единственным безоговорочным требованием в отношении испытаний при такой форме подтверждения является действительное проведение изготовителем испытаний, требуемых согласно техническим условиям в отношении представительной выборки поставляемого материала и соответствие результатов этих испытаний требованиям технических условий. (Представительной выборкой материала в данном случае служит любая партия крупносерийного производства материала этого класса, изготовленная по одной и той же технологии). Сертификация не предполагает обязательного проведения всех испытаний для образцов конкретного поставляемого материала. Испытания данного конкретного материала могли проводиться или нет. В основе сертификации, требуемой согласно данным техническим условиям, лежат классификационные испытания «представительной выборки», упомянутой выше, и «Система обеспечения качества изготовителя» в стандарте AWS A5.01 «*Присадочные металлы. Руководство по поставке*».

A5 Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов. Среди них:

- (1) размеры помещения, где производится сварка (особое внимание уделяется высоте потолка);
- (2) количество сварочных аппаратов и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении;
- (3) скорость выделения дыма, газов или пыли в зависимости от используемых материалов и сварочных техник;
- (4) близость сварочных аппаратов или операторов сварочных аппаратов к дымам по мере их выделения в зоне сварки, а также к газам и пыли в помещении, где производится сварка;
- (5) вентиляция помещения, где производится сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в Американском национальном стандарте ANSI Z49.1 «*Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*» (изданном Американским обществом сварщиков), в котором подробно рассматриваются данные вопросы.

ТАБЛИЦА А1
СРАВНЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОДОВ^a

Классификация AWS A5.23/A5.23M	Обозначение по ISO 14171 ^b		Обозначение по ISO 24598 ^c		Обозначение по ISO 26304 ^d	
	ISO 14171-A	ISO 14171-B	ISO 24598-A	ISO 24598-B	ISO 26304-A	ISO 26304-B
EL8 ^e	SI	(SU11)	...	...	...	...
EL8K ^e	S1Si1	SU12	...	...	...	...
EL12 ^e	SI	SU11	...	...	...	...
EM11K ^e	...	SU25	...	...	...	...
EM12 ^e	S2	SU22	...	...	...	...
EM12K ^e	S2Si	SU21	...	...	...	...
EM13K ^e	S2Si2	SU25	...	...	...	...
EM14K ^e	...	SU24	...	...	...	...
EM15K ^e	S2Si	(SU21)	...	...	...	...
EH10K ^e	S3Si	SU32	...	...	...	...
EH11K ^e	...	SU31	...	...	...	...
EH12K ^e	S4Si	SU42	...	...	...	...
EH14 ^e	...	SU41	...	...	...	...
EA1	...	SU1M3	(SMo)	SU1M3	...	...
EA1TiB	...	...	...	...	...	...
EA2	S2Mo	SU2M3	SMo	SU2M3	...	...
EA3	S4Mo	SU4M3	...	SU4M3	...	...
EA3K	...	SU4M31	...	SU4M32	...	...
EA4	S3Mo	SU3M3	SMnMo	SU3M3	...	...
EB1	...	...	...	SUCM	...	...
EB2	...	...	SCrMo1	SU1CM	...	...
EB2H	...	...	...	Su1CMVH	...	...
EB3	...	...	SCrMo2	SU2C1M	...	...
EB5	...	...	...	SUC1MH	...	...
EB6	...	...	SCrMo5	SU5CM	...	...
EB6H	...	...	...	SU5CMH	...	...
EB8	...	...	SCrMo9	SU9C1M	...	...
EB9	...	...	...	SU9C1MV	...	...
ENi1	S2Ni1	SUN2	...	...	...	...
ENi1K	...	SUN21	...	...	...	...
ENi2	...	SUNS	...	...	...	...
ENi3	S2Ni3	SUN7	...	...	...	...
ENi4	...	SUN4M1	...	...	...	SUN4M1
ENi5	...	SUN2M1	...	...	...	SUN2M1
EF1	...	...	...	...	S2Ni1Mo	SUN2M2
EF2	...	...	...	...	...	SUN1M3
EF3	...	...	...	...	...	SUN2M33
EF4	...	...	...	...	...	SUN1C1M1
EF5	...	...	...	...	...	SUN5CM3
EF6	...	...	...	...	...	SUN4C1M3
EM2	...	...	...	...	...	SUN3M2
EM3	...	...	...	...	...	SUN4C1M2
EM4	...	...	...	...	...	SUN5C1M3
EW	SUNCC1	...	...	...	...	...

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Требования к эквивалентным классификациям не обязательно полностью соответствуют.
- ISO 14171 «Расходные материалы для сварки — Проволочные электроды и комбинации сварочной проволоки и флюса для дуговой сварки под флюсом не легированной и мелкозернистой стали — Классификация» является сопутствующим документом, предоставляющим классификационную систему на основе предела текучести и средней ударной энергии для наплавленного металла, равной 47 Дж (ISO 14171-A), или систему на основе предела прочности при растяжении и средней ударной энергии для наплавленного металла, равной 27 Дж (ISO 14171-B).
- ISO 24598 «Расходные материалы для сварки — Электрод из сплошной проволоки, трубчатые электроды с сердечником и комбинации флюс-электрод для дуговой сварки под флюсом жаропрочной стали — Классификация» является сопутствующим документом. Классификация по системе А основывается преимущественно на стандарте EN 12070. Классификация по системе В основывается преимущественно на стандартах, используемых в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Документ ISO находится на стадии пересмотра и еще не был издан.
- ISO 26304 «Расходные материалы для сварки — Электрод из сплошной проволоки, трубчатые электроды с сердечником и комбинации флюс-электрод для дуговой сварки под флюсом высокопрочной стали — Классификация» является сопутствующим документом. Классификация по системе А основывается преимущественно на стандарте EN 14295. Классификация по системе В основывается преимущественно на стандартах, используемых в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Документ ISO находится на стадии пересмотра и еще не был издан.
- Данные классы электродов из сплошной проволоки также упоминаются в стандарте AWS A5.17/A5.17M.

В частности, заслуживает внимания раздел этого документа, касающийся вентиляции. Вопросы вентиляции более подробно рассмотрены в руководстве AWS F3.2 «Руководство по вентиляции сварочного дыма».

A6 Описание и использование по назначению

A6.1 Типы флюсов. Флюсы для дуговой сварки под флюсом представляют собой гранулированные плавкие минеральные соединения в различных пропорциях и количествах, изготовленные одним из нескольких различных способов. Кроме того, некоторые флюсы могут содержать тщательно смешанные металлические ингредиенты, предназначенные для раскисления сварочной ванны. Применение любого флюса приводит к получению металла шва, несколько отличающегося по своему химическому составу от использованного электрода, вследствие химических реакций, имеющих место в сварочной дуге, а иногда, вследствие наличия металлических ингредиентов во флюсе. Изменение напряжения дуги в ходе сварки приведет к изменению количества флюса, взаимодействующего с данным количеством электрода, и поэтому может привести к изменению химического состава металла шва. Это последнее изменение дает возможность описывать флюсы как «нейтральные», «активные» или «легирующие».

A6.1.1 Нейтральные флюсы. К нейтральным флюсам относятся такие, которые не приводят к каким-либо значительным изменениям химического состава металла шва в результате сильного изменения напряжения дуги, а, следовательно, и длины дуги. Нейтральные флюсы, в первую очередь, применяются при выполнении многопроходной сварки, особенно если толщина основного металла превышает 1 дюйм [25 мм]. Необходимо учитывать следующие аспекты, касающиеся нейтральных флюсов:

(1) Поскольку нейтральные флюсы имеют низкое содержание раскислителей или не содержат их вообще, следует рассчитывать только на раскисляющее действие электрода. Однопроходные швы с недостаточным раскислением на сильно окисленном основном металле могут быть предрасположены к образованию пор, трещин по оси шва или и тому, и другому.

(2) Хотя нейтральные флюсы поддерживают неизменным химический состав металла шва, даже если напряжение изменяется, не всегда верным является утверждение о том, что химический состав металла шва будет таким же, как химический состав использованного электрода. Некоторые нейтральные флюсы разлагаются под термическим воздействием дуги и выделяют кислород, что приводит к уменьшению содержания углерода в металле шва по сравнению с содержанием углерода в самом электроде. Некоторые нейтральные флюсы содержат силикат марганца, который может разлагаться под термическим воздействием дуги, что добавляет некоторое количество марганца и кремния к металлу шва, даже если не было добавок металлического марганца или кремния в эти конкретные флюсы. Эти изменения в химическом составе металла шва достаточно устойчивы, даже если имеют место сильные изменения напряжения.

(3) Даже если используется нейтральный флюс для поддержания химического состава шва при изменении напряжения сварки в определенном диапазоне, свойства шва, такие как уровень прочности и ударная вязкость, могут меняться вследствие изменения других параметров сварки, таких как глубина проплавления, погонная энергия и количество проходов.

A6.1.2 Активные флюсы. Активные флюсы – это те флюсы, которые содержат небольшое количество марганца, кремния или и того, и другого. Эти раскислители

добавляются к флюсу, чтобы увеличить стойкость к образованию пор и трещин по оси шва, вызванных наличием загрязнений на основном металле или в нем. В первую очередь, активные флюсы используются при выполнении однопроходных сварных швов, особенно на окисленном основном металле. Необходимо учитывать следующие аспекты, касающиеся активных флюсов.

(1) Поскольку активные флюсы содержат некоторое количество раскислителей, содержание марганца, кремния или и того, и другого в металле шва будет изменяться в результате изменения напряжения дуги. Увеличение содержания марганца и кремния увеличивает прочность и твердость металла многопроходных сварных швов, но может понизить ударную вязкость. По этой причине может потребоваться более тщательный контроль напряжения при многопроходной сварке с применением активных флюсов, по сравнению со случаем применения нейтральных флюсов.

(2) Некоторые флюсы более активны, чем другие. Это означает, что они обеспечивают большую стойкость к образованию пор, возникающих из-за наличия окислов на поверхности основного металла при выполнении однопроходных швов, по сравнению с менее активными флюсами, но могут создавать больше проблем при выполнении многопроходной сварки.

A6.1.3 Легирующие флюсы. Легирующими флюсами являются те, которые могут быть использованы в сочетании с электродами из углеродистой стали, чтобы получить легированный металл шва. Легирующие добавки для получения металла шва добавляются в качестве ингредиентов к флюсу. Как и в случае с активными флюсами, где восстановление марганца и кремния сильно зависит от напряжения дуги, так и для легирующих флюсов, восстановление легирующих элементов из флюса сильно зависит от напряжения дуги. С легирующими флюсами должны поставляться и рекомендации производителя для получения необходимого состава сплава металла шва. Не рекомендуется использование флюса из частиц шлаков, полученных из легирующих флюсов.

A6.1.4 Шлаки повторного дробления. Шлак, образующийся в ходе сварочного процесса и подвергнутый в дальнейшем дроблению с целью использования в качестве сварочного флюса, называется шлаком повторного дробления. Он отличается от переработанного флюса, который никогда не расплавлялся в шлак и может быть собран с чистой поверхности и повторно использован без дробления. Шлак повторного дробления и смеси шлаков повторного дробления с неиспользованным (исходным) флюсом могут быть классифицированы в качестве сварочного флюса в рамках данных технических условий, но не должны рассматриваться эквивалентными исходному флюсу. Хотя шлак, образующийся в результате дуговой сварки под флюсом, можно дробить и использовать как сварочный флюс, шлак повторного дробления, вне зависимости от любых добавок исходного флюса к нему, является новым флюсом, отличающимся по своему химическому составу от исходного. Это происходит потому, что шлак, образующийся в ходе дуговой сварки под флюсом, имеет не тот химический состав или сварочные характеристики, что и исходный флюс. На его состав оказывает влияние состав исходного флюса, химические реакции, которые имеют место в ходе дуговой сварки, составы основного металла и электродов и параметры сварки.

Смеси из шлаков повторного дробления с оригинальной маркой первичного флюса, из которого получены шлаки, должны отвечать классификации каждого компонента, даже если и шлак повторного дробления и первичный флюс принадлежат одной классификации (кроме классификаций "S").

На организацию, выполняющую дробление, или на партнера завода-переработчика, который выполняет смешивание, возлагается ответственность по проверке того, что та или иная смесь шлака повторного дробления с исходным флюсом полностью соответствует требованиям классификации настоящих технических условий.

Как и в случае любого флюса, производитель (организация, выполняющая дробление) должен следовать подробно описанной процедуре обработки, предполагающей контроль исходного материала, подготовку, дробление и смешивание, которая обеспечивает достижение стандартного качества получаемого сварочного флюса, удовлетворяющего требованию для данного обозначения классификации.

A6.1.4.1 Шлаки повторного дробления замкнутого цикла. Шлак, получаемый переработчиком из определенной марки флюса при сварке в контролируемых условиях и подвергающийся дроблению для последующего использования тем же переработчиком, называется шлаком повторного дробления замкнутого цикла.

Шлаки повторного дробления замкнутого цикла или смеси шлаков повторного дробления замкнутого цикла с исходным флюсом изначально использовавшейся марки обеспечивают лучший контроль исходного материала в силу того, что имеет место партнерство переработчика и организации, осуществляющей дробление. В некоторых случаях этим партнером может быть одна и та же организация. Если смешивание шлака повторного дробления с исходным флюсом выполнено, изменения изначальной марки исходного флюса или пропорции смешения могут оказать влияние на качество конечного продукта.

A6.2 Число нейтральности Волла. Число нейтральности Волла (N) представляет собой удобный относительный показатель нейтральности флюса. Число нейтральности Волла характеризует флюсы и электроды для сварки углеродистой стали с точки зрения содержания марганца и кремния в металле шва. Оно не является характеристикой легирующих флюсов. Комбинация электрод-флюс считается нейтральной, если она имеет N, равное 35 или ниже. Чем ниже число нейтральности, тем более нейтрален флюс.

Определение числа нейтральности Волла может быть выполнено следующим образом:

(1) Выполняется наплавка, показанная на рис. 3, с применением комбинации флюс-электрод, которая затем подвергается испытанию. Параметры сварки должны быть такими, как указано в таблице 6 для опытного сварного шва с разделкой кромок при используемом диаметре электрода.

(2) Второй наплавленный слой выполняется с использованием тех же параметров, за исключением того, что напряжение дуги увеличено на 8 В.

(3) Верхняя поверхность каждой наплавки шлифуется или обрабатывается механическим способом, чтобы очистить металл. Образцы достаточного для анализа размера отбираются механическими средствами. Проводится химический анализ металла только верхнего (четвертого) слоя наплавки. Анализ образцов на содержание марганца и кремния проводится отдельно.

(4) Число нейтральности Волла зависит от изменения содержания кремния, вне зависимости от того, увеличивается оно или уменьшается, и от изменения содержания марганца, вне зависимости от того, увеличивается оно или уменьшается. Число нейтральности Волла является абсолютной величиной (не имеет положительного или отрицательного знака) и вычисляется следующим образом:

$$N = 100 (|\Delta\%Si| + |\Delta\%Mn|)$$

где $\Delta\%Si$ – это разница в содержании кремния в двух наплавках, а $\Delta\%Mn$ – соответствующая разница в содержании марганца.

A7 Описание электродов и их использование по назначению

A7.1 Выбор электродов. При выборе классификации электродов для дуговой сварки под флюсом наиболее важными аспектами являются ожидаемые механические свойства металла шва, требования к составу металла шва, является ли шов однопроходным или многопроходным, чистота и состав свариваемой стали, а также тип используемого флюса. Необходимо учитывать, что механические свойства шва, полученные при однопроходной и двухпроходной сварке, как правило, существенно отличаются от свойств швов, полученных при многопроходной сварке, выполненной тем же флюсом и электродом. По этой причине в данные технические условия включена классификация комбинаций флюс-электрод при двухпроходной сварке с целью предоставления альтернативной классификационной системы, основанной на условиях сварки, которые лучше демонстрируют использование двухпроходной сварки. Технические условия AWS A5.23/A5.23M (вместо технических условий AWS A5.17/A5.17M) были выбраны для включения классификационной системы для двухпроходной сварки, т. е. для данного типа применения стандартной практикой является использование электродов из низколегированной стали для сварки углеродистых сталей с целью улучшения механических свойств металла сварного шва. Например, электрод EA1 с содержанием молибдена используется по стандартной методике на трубопрокатных станах для улучшения уровня прочности и ударных свойств швов, выполненных при двухпроходной сварке, в процессе изготовления труб. Также, требования к уровню прочности двухпроходных швов, используемых для изготовления труб, могут быть значительно выше требований, указанных в A5.17/A5.17M, и больше соответствуют уровням прочности, включенным в A5.23/A5.23M.

Определенное минимальное содержание марганца в металле шва необходимо, чтобы избежать образования трещин по оси шва. Этот минимум зависит от ограничений, налагаемых на сварное соединение и на состав металла шва. В случае появления трещин по оси шва, особенно при использовании электрода с низким содержанием марганца (см. табл. 4) и нейтрального флюса, переход к применению электрода с более высоким содержанием марганца, переход на более активный флюс или и то, и другое вместе может решить проблему.

Определенные флюсы, обычно считающиеся нейтральными, имеют тенденцию к удалению некоторого ограниченного количества углерода и марганца и замещению этих элементов кремнием. При использовании таких флюсов зачастую нет необходимости в применении электрода, раскисленного кремнием, хотя можно использовать и такой электрод. Другие флюсы не добавляют кремний и поэтому могут потребовать использования электрода, раскисленного кремнием для правильного смачивания и отсутствия пористости. Необходимо проконсультироваться с производителем флюса относительно электродов, подходящих для заданного флюса.

При выполнении угловых однопроходных сварных швов, особенно на основном металле с окалиной, важно, чтобы флюс и/или электрод обеспечивали бы достаточное раскисление, чтобы избежать недопустимой пористости. Кремний является более сильным раскислителем, чем марганец. В таких случаях может оказаться особенно важным использование электрода, раскисленного кремнием или активного флюса или и того, и другого. В этом случае также следует получить рекомендации у производителя.

Составные электроды обычно разрабатываются под определенный флюс. Необходимо, чтобы идентификационное обозначение флюса (см. 16.7.1) было нанесено на упаковке электрода. Прежде чем использовать составной электрод с флюсом, который не указан на маркировке упаковки электрода, следует связаться с производителем данных электродов и получить его рекомендации. Составной электрод может быть выбран, если нужно получить более высокую скорость расплавления и меньшую глубину проплавления при заданном уровне силы тока, по сравнению с теми, которые могут быть получены при тех же условиях в случае применения твердого электрода.

A7.2 Химический состав. Химический состав получаемого сварного шва является основным аспектом при выборе электрода для сварки низколегированных сталей. В сочетании с соответствующей термической обработкой любой состав может достигнуть широкого диапазона сопротивления коррозии и механических свойств при различных температурах использования. Как правило, металл шва должен максимально соответствовать химическому составу и механическим свойствам основного металла. Фактически, многие электроды, классифицированные для данных технических условий, были разработаны для определенных марок или классов основного металла. При невозможности достичь оптимального соответствия могут потребоваться инженерные расчеты совместно с испытаниями шва. В табл. 3 содержится детальная информация по требованиям к химическому составу металла шва. Табл. 1, 1M и 2 содержат механические свойства металла шва в состоянии непосредственно после сварки или в состоянии термообработки после сварки, когда свариваемая деталь подвергается термической обработке после сварки согласно табл. 9.

Нужно помнить, что изменение параметров режима сварки или термической обработки влияет на механические свойства. Тем не менее, за исключением воздействия примесей, химический состав остается практически без изменений.

Классификация электродов определяет химический состав электрода. Нижеследующие параграфы выявляют различия между этими электродами и группами электродов и указывают их типичное применение.

Электроды (из углеродистой стали) A7.2.1 EL8, EL8K, EL12, EM11K, EM12, EM12K, EM13K, EM14K, EM15K, EH10K, EH UK, EH12K и EH14. Данные электроды являются электродами из углеродистой стали, отличающимися друг от друга содержанием углерода, марганца и кремния. Электроды из данной группы выбираются для использования с определенным флюсом, что обеспечит наилучшую комбинацию элементов для обеспечения соответствия требованиям к основным характеристикам. Данные требования включают, помимо прочего, стойкость к трещинообразованию и пористости, сварочные характеристики, скорость сварки, внешний вид валика, а также механические свойства металла шва.

Электроды EM14K содержат небольшое количество титана, несмотря на то, что они считаются электродами из углеродистой стали. Титан предназначен для того, чтобы повысить прочность и ударную вязкость в определенных условиях при выполнении сварки с высокой погонной энергией или при термической обработке после сварки (PWHT). Рекомендации по конкретным вопросам можно получить у производителя электродов.

A7.2.2 Электроды EA1, EA2, EA3, и EA4 (C-Мо сталь). Эти электроды аналогичны электродам из углеродистой стали со средним и высоким содержанием марганца, описанным выше, за исключением того, что в них добавлено 0,5 % молибдена. Эта добавка увеличивает прочность металла шва, особенно при высоких температурах, и несколько увеличивает коррозионную стойкость. Типовые применения этого электрода включают в себя сварку основных металлов, изготовленных из молибденостойких сталей, таких как плиты ASTM A 204 и трубы A 335-P1. Электроды этого типа особенно полезны для получения ударной вязкости в однопроходных сварных швах, используемых, например, при изготовлении трубопроводов.

A7.2.3 Электроды EB1, EB2, EB2H, EB3, EB5, EB6, EB6H, EB8 и EB9 (Cr-Мо сталь). Металл сварного шва, выполненного данными электродами, содержит от 0,5 % до 10 % хрома и от 0,5 % до 1 % молибдена. Они рассчитаны на получение металла шва для эксплуатации в условиях высоких температур.

Буква "R", добавленная в виде индекса к обозначениям EB2 или EB3 в классификации электрода или к B2 или B3 к обозначению металла сварного шва, является необязательным дополнительным обозначением, показывающим, что электрод отвечает повышенным требованиям к остаточным элементам, необходимым для соответствия требованиям классификации "X" для приложений со ступенчатым охлаждением.

Поскольку все электроды из хромомолибденовой стали позволяют получить металл сварного шва, который затвердевает на спокойном воздухе, для большинства применений требуется как предварительный нагрев, так и термообработка после сварки (PWHT).

A7.2.3.1 EB9 – это электрод, содержащий 9 % Cr и 1 % Mo, модифицированный ниобием и ванадием и предназначенный для обеспечения большего сопротивления ползучести и сопротивления окислению и коррозии при высоких температурах. Благодаря улучшенным характеристикам данного сплава при высоких температурах элементы, изготавливаемые сейчас из нержавеющей и ферритных сталей, могут изготавливаться из одного сплава, что позволяет избежать проблем, связанных с разнородными сварными швами.

В дополнение к требованиям классификации в настоящих технических условиях, могут быть определены либо ударная вязкость, либо предел текучести при высоких температурах. В связи с влиянием различных уровней углерода и ниобия конкретное содержание элементов и проведение конкретных испытаний должно согласовываться между поставщиком и покупателем.

Термообработка данного сплава B9 является критичной и должна строго контролироваться. Температура, при которой микроструктура полностью трансформируется в мартенсит (Mf), относительно низка; следовательно, по окончании сварки и перед производством термообработки после сварки рекомендуется охладить шов как минимум до 200 °F [93 °C], чтобы увеличить возможность трансформации мартенсита. Максимальная допустимая

температура термообработки после сварки также является критической, и нижний предел температуры трансформации (A_{c1}) также относительно низок. Когда применяется вспомогательное вещество для правильной термообработки после сварки, учитываются ограничения к использованию $Mn + Ni$ (См. таблицу 3, Примечание i). Сочетание элементов Mn и Ni имеет свойство понижать температуру A_{c1} до точки, где температура PWHT приближается к температуре A_{c1} , вызывая возможную частичную трансформацию микроструктуры. Ограничение $Mn + Ni$ обеспечивает температуру PWHT значительно меньшую A_{c1} , во избежание этой частичной трансформации.

A7.2.4 Электроды ENi1, ENi1K, ENi2 и ENi3 (Ni сталь). Эти электроды предназначены для получения металла шва усиленной прочности, не требующего твердения или с повышенной ударной вязкостью при низкой температуре (от $-100^\circ F$ ($-73^\circ C$)). Они определены с тремя уровнями номинального содержания никеля в 1 % Ni, 2,5 % Ni и 3,5 % Ni. При содержании углерода до 0,12 % прочность увеличивается, и наплавка отвечает требованиям по минимальному пределу прочности на растяжение в 80 000 фунтов/кв. дюйм. [550 МПа]. Однако при более низком содержании углерода увеличиваются значения низкотемпературной ударной вязкости, соответствующие свойствам основных металлов из никелевых сталей, таких как ASTM A 203 Марка E, ASTM A 352 LC3 и LC4.

Многие виды низколегированной стали нуждаются в термообработке после сварки для снятия напряжения или отпуска шва и зоны термического воздействия для достижения большей пластичности. Часто допускается превышение температуры выдержки термообработки после сварки, указанной в табл. 9. Однако во многих случаях металл шва из никелевой стали может оставаться без PWHT. Если для свариваемой детали из никелевой стали предписана термообработка после сварки, температура не должна превышать максимум, указанный в табл. 9 для данного класса, так как никелевая сталь при высоких температурах может становиться хрупкой.

A7.2.5 Электроды ENi4, ENi5, EF1, EF2 и EF3 (Ni-Mo сталь). В данных электродах содержание никеля составляет от 0,5 % до 2 % и молибдена от 0,25 % до 0,5 %. Они обычно используются для сварки высокопрочных, низколегированных сталей или конструкционных сталей с микродобавками там, где требуется комбинация прочности и хорошей ударной вязкости.

A7.2.6 Электроды EF4, EF5, и EF6 (Cr-Ni-Mo сталь) Electrodes. Эти электроды используют комбинацию Cr, Ni и Mo для увеличения уровня прочности и ударной вязкости, требуемых для некоторых высокопрочных, низколегированных или конструкционных сталей с микродобавками.

A7.2.7 Электроды EM2, EM3, и EM4 (высокопрочные, низколегированные стали). Эти электроды могут содержать комбинацию Cr, Ni, Mo, Ti, Zr и Al. Они предназначены для получения высокопрочных соединений, удовлетворяющих минимальным требованиям по пределу прочности на растяжение 100 000 фунтов/кв. дюйм [690 МПа], 110 000 фунтов/кв. дюйм [760 МПа] или 120 000 фунтов/кв. дюйм [830 МПа] для сварки таких сталей, как HY80 и HY100. Обычно они используются для соединений, не подвергающихся термической обработке после сварки.

A7.2.8 Электроды EW (атмосферостойкая сталь).

Эти электроды предназначены для получения металла шва, который отвечает коррозионной стойкости и цветности по ASTM для атмосферных конструкционных сталей. Эти особые свойства достигаются путем добавления около 0,5 % меди в металл шва. Для достижения соответствия требованиям к прочности, пластичности и ударной вязкости металла сварного шва, добавлены также хром и никель. Эти электроды используются для сварки типичной атмосферостойкой стали, как например, ASTM A 242 и A 588.

A7.2.9 Электроды EG (общего класса, из низколегированной стали).

Данные электроды описаны в п. A2.2. Эти классы электродов могут быть как модификациями других отдельных классов электродов, так и совершенно новыми классами. Покупатель и пользователь должны получить от поставщика описание и рекомендации по предполагаемому применению электродов EG.

A8 Механические свойства швов при дуговой сварке под флюсом

В таблицах 1, 1M и 2 (в зависимости от обстоятельств) данных технических условий приведены требования к механическим свойствам металла шва в соответствии с классификациями комбинаций флюс-электрод как для многопроходной, так и для двухпроходной сварки. Механические свойства определяются с помощью образцов, подготовляемых в соответствии с процедурой, изложенной в настоящих технических условиях. При процедуре многопроходной сварки (для классификаций комбинаций флюс-электрод при многопроходной сварке) минимизируется включение примесей от основного металла, что обеспечивает мелкозернистость структуры в результате повторного нагревания наплавленного металла при последующих проходах. Таким образом, данный классификационный метод позволяет более точное определение свойств неразбавленного металла сварного шва по каждой классификации комбинаций флюс-электрод. При процедуре двухпроходной сварки (для классификаций комбинаций флюс-электрод при двухпроходной сварке) можно более точно определить свойства металла сварного шва в состоянии после наплавки, выполненного определенным флюсом и электродом в условиях сильного разбавления основной плиты.

В ходе выполнения работ операции с электродами и флюсами осуществляются по отдельности, и любой из них может быть изменен без изменения другого. По этой причине необходима система классификации со стандартизованными методами испытаний, чтобы установить связь между электродами и флюсами и свойствами металла шва, полученного с их применением. Химические реакции между расплавленной частью электрода и флюсом и смешивание с основным металлом – все это оказывает влияние на состав металла шва.

Конкретные механические свойства шва зависят от его химического состава, скорости охлаждения и термической обработки после сварки. Однопроходные сварные швы при использовании большой силы тока имеют большую глубину проплавления и, следовательно, более высокую степень смешивания с основным металлом, чем многопроходные швы, выполненные при меньшей силе тока. Более того, большие однопроходные швы застывают и охлаждаются медленнее, чем меньшие наплавленные валики многопроходных сварных швов. Кроме того,

последующие проходы многопроходного шва подвергают металл, наплавленный в ходе предыдущих проходов, воздействию нескольких циклов нагревания и охлаждения, которые изменяют металлургическую структуру различных частей этих наплавленных валиков. По этой причине свойства однопроходного шва могут существенно отличаться от свойств многопроходного шва, выполненного теми же электродом и флюсом.

Свойства шва в данных технических условиях определяются либо в состоянии непосредственно после сварки, либо после проведения термической обработки после сварки, или в обоих состояниях. Для классификаций при многопроходной сварке в состоянии термообработки после сварки (обозначение "P", см. рис. 1 или 1M) процедура PWHT показана в табл. 9 и 9.4. Для классификаций при двухпроходной сварке в состоянии термообработки после сварки (обозначение "OP", см. рис. 2 или 2M) процедура PWHT показана в табл. 9.5. Большинство металлов сварных швов пригодны для работы в любых условиях, но технические условия не могут охватить всех условий, в которых могут оказаться такие металлы сварных швов в ходе изготовления и эксплуатации. По этой причине классификации в данных технических условиях требуют, чтобы металлы сварных швов наплавливались и проходили испытания при определенных заданных условиях.

Применяемые на практике процедуры могут потребовать напряжения, силы тока, типа тока, количества сварочных дуг и скоростей подачи электрода, которые существенно отличаются от тех, которые требуются согласно данным техническим условиям. Кроме того, имеющиеся на практике различия в размерах электродов, составе электродов, вылете электродов, конфигурации соединения, температуре предварительного нагрева, температуре между проходами и температуре термической обработки после сварки, могут оказать существенное влияние на свойства соединения. В рамках одного класса электрода состав электрода может существенно меняться, приводя к изменениям механических свойств металла шва как в состоянии непосредственно после сварки, так и после проведения термической обработки после сварки.

Для многопроходных швов термическая обработка после сварки, длительность которой больше той, которая используется в классификационных целях при многопроходной сварке в данных технических условиях (обычно от 20 до 30 часов для очень толстых сечений), может оказать очень сильное влияние на прочность и ударную вязкость металла шва. Пользователю необходимо помнить об этом, а также о том, что механические свойства металла шва из углеродистой стали, полученного с помощью других процедур, могут отличаться от свойств, требуемых в соответствии с таблицами 1, 1M и 2 данных технических условий, в зависимости от конкретного случая.

A9 Испытания по определению содержания диффузионного водорода

A9.1 Дуговая сварка под флюсом считается низководородной технологией сварки. Тем не менее, по мере увеличения прочности или твердости металла шва или зоны термического воздействия снижается концентрация диффузионного водорода, вызывающего растрескивание при определенных условиях снижения нагрузки и уменьшения погонной энергии. Растрескивание (или его обнаружение) происходит в течение нескольких часов после охлаждения. Растрескивание может проявляться в виде поперечных трещин на сварном шве, продольных трещин (особенно на обратной стороне шва), внешних про-

дольных трещин на границе шва или трещин в корне шва в зонах термического влияния. При технике сварки с использованием комбинации флюс-электрод может потребоваться оценка выделяющегося при сварке диффузионного водорода. Соответственно, в настоящие технические условия включены необязательные дополнительные обозначения содержания диффузионного водорода для указания максимального среднего значения, полученного при строго определенных условиях испытания согласно стандарту AWS A4.3. *Стандартные методы определения содержания диффузионного водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали шва, выполненного с помощью дуговой сварки под флюсом.*

A9.2 Пользователь должен иметь в виду, что в условиях реального производства могут быть получены значения содержания диффузионного водорода, отличные от указанных в обозначении. Влага из воздуха, помимо той, что содержится в электроде или флюсе, может попасть в зону дуги и затем в сварочную ванну, увеличивая общее наблюдаемое содержание диффузионного водорода. Некоторое количество воздуха будет смешиваться с покрытием флюса и добавлять свою влагу к другим источникам диффузионного водорода. Существует вероятность, что этот дополнительный диффузионный водород оказывает значительное влияние на результат испытаний по определению содержания диффузионного водорода. Использование эталонных атмосферных условий при сварке опытного узла для определения содержания водорода становится необходимым, поскольку дуга всегда недостаточно защищена. Эталонными являются атмосферные условия с содержанием влаги 10 гран на 1 фунт [1,5 г влаги на килограмм] сухого воздуха, что соответствует относительной влажности 10 % при температуре 68 °F [20 °C]. Комбинация флюс-электрод, отвечающая требованиям к уровню H4 при эталонных атмосферных условиях, может повести себя по-другому в условиях высокой влажности во время сварки.

A9.3 Флюсы (и составные электроды) могут загрязняться в результате попадания влаги из атмосферы и в некоторых случаях могут также поглощать значительное количество влаги при хранении во влажных условиях в поврежденной или открытой таре, и особенно на протяжении длинных промежутков времени. В условиях повышенной влажности флюсы (или составные электроды), оставленные непокрытыми всего лишь на ночь, могут привести к существенному повышению уровня содержания диффузионного водорода. Если флюс (или составной электрод) был подвержен подобным влияниям, следует проконсультироваться у производителя о возможном ухудшении водородных свойств и возможных способах восстановления флюса (или составного электрода). Твердые электроды также подвержены загрязнению в аналогичных условиях. В этом случае влага попадет на поверхность. Рекомендуется выбраковывать электроды с явными следами коррозии поверхности.

A9.4 Не все классы электродов с флюсовой сердцевинной производятся в классах по содержанию диффузионного водорода H16, H8, H4 или H2. По вопросам соответствия конкретных флюсов (или составных электродов) определенным уровням следует обращаться к изготовителю.

A9.5 Старение образцов для испытаний на растяжение. Наплавленный металл сварного шва может в течение некоторого времени после выполнения шва содержать значительное количество водорода. Большая часть этого водорода постепенно улетучивается со временем. Этот процесс может продолжаться от нескольких

недель при комнатной температуре до нескольких часов при повышенной температуре. В результате такого возможного изменения уровня водорода пластичность металла шва увеличивается до характерного для этого металла значения, в то время как предел текучести, прочность на растяжение и ударная вязкость практически не изменяются. Данные технические условия допускают старение образцов для испытаний на растяжение при температуре до 220 °F [до 105 °C] в течение не более 48 часов перед проведением испытаний на растяжение. Целью такой обработки является ускорение удаления водорода из испытательного образца для сведения к минимуму несоответствий в ходе испытаний. Операция старения иногда используется для наплавов, выполненных электродами с низким содержанием водорода, особенно при испытаниях высокопрочных наплавов. Необходимо иметь в виду, что при проведении операции старения может потребоваться выдержка испытательных образцов при комнатной температуре в течение нескольких дней или выдержка при высоких температурах в течение более короткого времени. В связи с этим пользователям настоятельно рекомендуется использовать адекватную температуру предварительного нагрева и температуру между проходами, чтобы избежать вредного влияния водорода в промышленных сварных швах.

A10 Общие положения по технике безопасности

A10.1 Вопросы безопасности и здоровья находятся за рамками данного стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Некоторая информация по технике безопасности и охране труда содержится в разделе A5 приложения. Информация по этим же вопросам доступна и в других источниках, в том числе в информационных бюллетенях по технике безопасности и охране труда, перечисленных в A10.2; стандарте ANSI Z49.1 «Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах»⁸, а также в соответствующих федеральных и государственных стандартах.

A10.2 Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда. Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>.

⁸ ANSI Z49.1 опубликовано Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

A10.3 Указатель информационных бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)⁹

№	Название
1	Дымы и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных дымах
5	Поражение электрическим током
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на ярлыках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Использование электрокардиостимуляторов при сварочных работах
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Маркировка с указанием на необходимость выключения
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металллизации
21	Контактная точечная сварка
22	Воздействие кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла
26	Расстояние наблюдения дуги
27	Электроды из тарированного вольфрама
28	Меры безопасности при кислородно-газовой резке: запорные клапаны и устройства блокировки обратного удара пламени
29	Заземление переносных и установленных на транспортном средстве сварочных генераторов
30	Цилиндры: безопасное хранение, обращение и эксплуатация
31	Защита лица и глаз при работах по сварке и резке

⁹ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

ЭЛЕКТРОДЫ И ПРУТКИ ИЗ ЦИРКОНИЯ И ЦИРКОНИЕВЫХ СПЛАВОВ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.24/SFA-5.24M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.24/A5.24M:2005. В спорных случаях используется исходный вариант.)

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования по классификации электродов и прутков из циркония и циркониевых сплавов для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и плазменно-дуговой сварки.

1.2 Вопросы безопасности и охраны здоровья не входят в область описания данного стандарта и, соответственно, раскрываются здесь не в полной мере. Некоторые сведения относительно безопасности и охраны здоровья можно найти в необязательном Приложении, секции A5 и A9. Информацию по вопросам безопасности и охраны здоровья можно получить из других источников, например (но не исключительно), из ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, а также из соответствующих федеральных и местных законов, но не ограничиваясь этими источниками.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Размеры, приведенные в тех и других единицах, не являются равными с абсолютной точностью; поэтому каждую систему следует использовать независимо от другой и избегать любого их комбинирования при описании свойств металла шва. Технические условия с обозначением A5.24 используют единицы США. Технические условия с обозначением A5.24M используют единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и рисунков. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера электродов или деталей как по техническим условиям A5.24, так и по A5.24M.

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты ANSI/AWS¹:

- (a) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*;
- (b) ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

¹ Стандарты AWS можно приобрести в отделе Международных проектных документов группы распространения информации, по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

2.2 В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты ASTM²:

- (a) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*;
- (b) ASTM E 146, *Стандартная методика химического анализа циркония и сплавов на основе циркония*.

2.3 В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты ISO³:

- (a) ISO 544, *Материалы, расходуемые для сварки – Технические условия поставки присадочных материалов – Вид продукции, размеры, допуск и маркировки*.

3. Классификация

3.1 Сварочные материалы, рассматриваемые в данных технических условиях A5.24 и A5.24M, классифицируются по химическому составу, вне зависимости от системы единиц принятой в США или системой единиц (СИ), как указано в табл. 1.

3.2 Отнесенные к одному классу металлы не должны классифицироваться под другим обозначением в настоящих технических условиях. Электроды и прутки могут быть классифицированы по обеим системам, A5.11 и A5.11M, если их свойства отвечают требованиям обеих систем.

3.3 Присадочные металлы, классифицированные согласно настоящим техническим условиям, предназначены для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, и плазменно-дуговой сварки, что, однако, не исключает возможности их применения в других тех-

² Стандарты ASTM можно приобрести в Американском обществе испытаний и материалов, по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

³ Стандарты ISO можно приобрести в Американском национальном институте стандартов по адресу: American National Standards Institute (ANSI), 25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ ИЗ ЦИРКОНИЯ
И ЦИРКОНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Классификация по AWS	Номер по UNS ⁽²⁾	Химический состав, содержание элементов в % по массе ⁽¹⁾								Нियो-бий
		Цирконий + гафний	Гафний	Железо + хром	Олово	Кислород ⁽³⁾	Водород ⁽³⁾	Азот ⁽³⁾	Углерод ⁽³⁾	
ERZr2	R60702	не менее 99,0	4,5	0,20	...	от 0,11 до 0,15	0,005	0,015	0,03	...
ERZr3	R60704	не менее 97,5	4,5	от 0,20 до 0,40	от 1,00 до 2,00	от 0,11 до 0,16	0,005	0,015	0,03	...
ERZr4	R60705	не менее 95,5	4,5	0,20	...	от 0,11 до 0,16	0,005	0,015	0,03	от 2,0 до 3,0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Единичное значение является максимальными, если не указано иное.
(2) ASTM/SAE *Единая система числового обозначения для металлов и сплавов*. Документ можно получить в Обществе американских инженеров (SAE) по адресу: 400 Commonwealth Drive, Warrendale, Pennsylvania 15096-0001.
(3) Анализ на внедренные элементы C, O, H и N должен проводиться на образцах присадочного металла, обработанного до своего конечного диаметра, после завершения всех операций по его обработке. Анализ остальных элементов может проводиться на этих же образцах или на образцах, отобранных из слитков и заготовок. В спорных случаях арбитражным методом является отбор образцов из готового присадочного металла.

нологических процессах, для которых они применимы.

4. Приемка

Приемка⁴ материалов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁵

6. Правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение следует округлять до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29, *Стандартная методика использования значащих разрядов в тестовых данных для определения соответствия техническим условиям*.

7. Обзор испытаний

Единственным обязательным испытанием для классификации изделия в соответствии с настоящими техническими условиями является химический анализ состава присадочного металла после термической и химической обработки или, как указано в примечании (3) к табл. 1, частичный анализ прутковых заготовок или расплавленного металла, используемого для получения присадочного материала с последующим частичным химическим анализом окончательно обработанным присадочным металлом для обнаружения внедренных элементов: C, H, O и N.

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Материал для повторных испытаний отбирают из первоначального образца или нового образца. Повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

В случае если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла или испытательных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено или соответствовали ли результаты испытания установленному требованию. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех необходимых процедур. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

⁴ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3, (в Приложении) и в AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

⁵ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4, (в Приложении).

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДЛИНЫ⁽¹⁾

Стандартные типы упаковки	Диаметр			Допуск	
	дюйм	десят. дюйм ⁽²⁾	мм	дюйм	мм
Прямые отрезки ⁽³⁾ Бухты без бобины Бухты с бобинами	1/16	0,062	1,6	±0,002	+0,01, -0,04
	...	0,079	2,0	±0,002	+0,01, -0,04
	3/32	0,094	2,4	±0,002	+0,01, -0,04
	...	0,098	2,5 ⁽⁴⁾	±0,002	+0,01, -0,04
	1/8	0,125	3,2	±0,002	+0,01, -0,07
	5/32	0,156	4,0	±0,002	+0,01, -0,07
	3/16	0,188	4,8 ⁽⁴⁾	±0,002	+0,01, -0,07
	...	0,197	5,0	±0,002	+0,01, -0,07
Катушки	1/4	0,25	6,4 ⁽⁴⁾	±0,002	+0,01, -0,07
	...	0,020	0,5	±0,001, -0,002	+0,01, -0,03
	...	0,030	0,8	±0,001, -0,002	+0,01, -0,03
	...	0,035	0,9	±0,001, -0,002	+0,01, -0,04
	...	0,039	1,0	±0,001, -0,002	+0,01, -0,04
	...	0,045	...	±0,001, -0,002	...
	...	0,047	1,2	±0,001, -0,002	+0,01, -0,04
	1/16	0,062	1,6	±0,002	+0,01, -0,04

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) Нестандартные размеры, допуски и типы упаковки принимаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

(2) Точные (с соответствующим округлением) десятичные значения для дробных значений в дюймах.

(3) Длина должна равняться 36 дюймам ±1/4 дюйма [900 мм ±5 мм]

(4) Не показан как стандартный размер метрической системы измерений в ISO 544.

9. Химический анализ

9.1 Образец из присадочного металла или прутковой заготовки должен быть подготовлен для химического анализа, кроме случаев, описанных в примечании (3) к табл. 1.

9.2 Химический анализ следует проводить принятыми аналитическими методами.

9.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям, приведенным в табл. 1 для соответствующего класса присадочного металла

10. Способ изготовления

Электроды и прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

11. Стандартные размеры

Стандартные размеры электродов и прутков в различных формах упаковки (прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки) указаны в табл. 2.

12. Чистовая обработка и однородность

12.1 Все электроды и прутки должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин и инородных включений, которые могли бы отрицательно повлиять на сварочные, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

12.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из одной плавки металла, а сварные соединения (при их наличии) должны быть выполнены так, чтобы не мешать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом или полуавтоматическом оборудовании.

13. Стандартные формы упаковки

13.1 Стандартными являются следующие формы упаковки: прямые отрезки, бухты с бобиной, бухты без бобины и катушки. Стандартные размеры и вес каждой формы упаковки приведены в таблице 3. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

13.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

13.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию присадочного металла при нормальном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте. Стандартные катушки показаны на рис. 1 и 2.

14. Требования к намотке

14.1 Присадочный металл на катушках и в бухтах должен быть намотан без перекручивания, изгибов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы

ТАБЛИЦА 3
СТАНДАРТНЫЕ УПАКОВКИ, РАЗМЕРЫ И ВЕС

Тип упаковки		Номинальный вес нетто		
		фунт	кг	
Прямые отрезки		5	2,5	
		10	5	
		25	10	
		50	25	
Бухты без бобин		25	10	
Бухты с бобинами		50	25	
		60	30	
Катушки	дюйм	мм		
	4	100	1	0,5
	8	200	5	2,5
	12	300	10–26	5–12
	13–1/2	240	30	15

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (а) Диаметры присадочного металла для всех типов даны в табл. 2.
- (б) В каждой упаковке должно быть не более одного класса или размера.
- (в) Размеры бухт оговариваются между покупателем и поставщиком.
- (г) Размеры стандартных катушек показаны на рис. 1

не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец присадочного металла (тот конец, с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить, и закрепить, чтобы предотвратить разматывание. При необходимости применяется поперечная намотка.

14.2 Укладка витков и наклон винтовой линии присадочного металла в бухтах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

14.2.1 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошного присадочного металла на катушках диаметром 4 дюйма [100 мм] должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободного размещения на плоской поверхности:

(а) образовывал окружность диаметром не менее 2,5 дюйма [65 мм] и не более 15 дюймов [230 мм];

(б) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 0,5 дюйма [13 мм] в любой точке.

14.2.2 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошного присадочного металла на катушках диаметром 8 дюймов [200 мм] должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободного размещения на плоской поверхности:

(а) образовывал окружность диаметром не менее 10 дюймов [250 мм] и не более 20 дюймов [510 мм];

(б) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 0,75 дюйма [19 мм] в любой точке.

14.2.3 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошного присадочного металла на катушках диаметром 12 дюймов [300 мм] должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободного размещения на плоской поверхности:

(а) образовывал окружность диаметром не менее 15 дюймов [380 мм] и не более 30 дюймов [760 мм];

(б) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 мм] в любой точке.

15. Маркировка присадочного металла

15.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая, согласно указаниям секции 17 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту и катушку.

15.2 Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу проволоки в бухте.

15.3 Для бухт с бобиной такая этикетка прочно закрепляется на видимом месте бобины.

15.4 Катушки должны иметь такую информацию прочно нанесенной на видимом месте на наружной стороне, по крайней мере, одного фланца.

16. Упаковка

Электроды и прутки должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

17. Маркировка упаковки

17.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(а) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS с учетом любого необязательного дополнительного показателя, если он применим;

(б) Наименование поставщика и торговая марка;

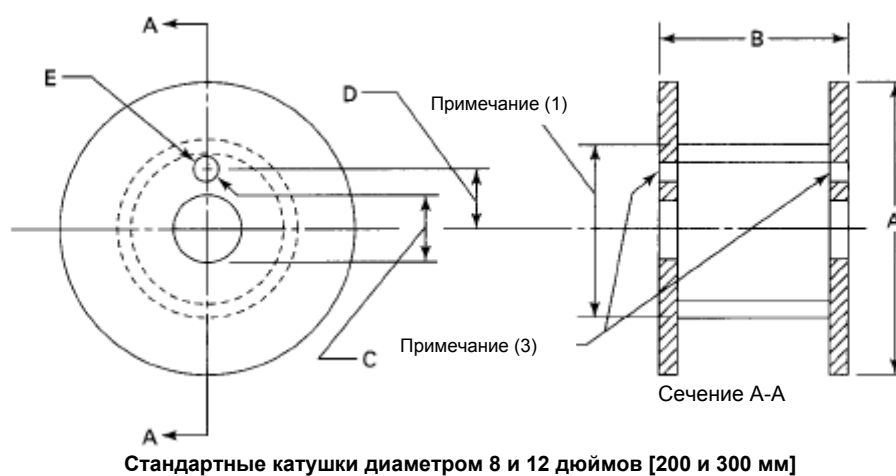
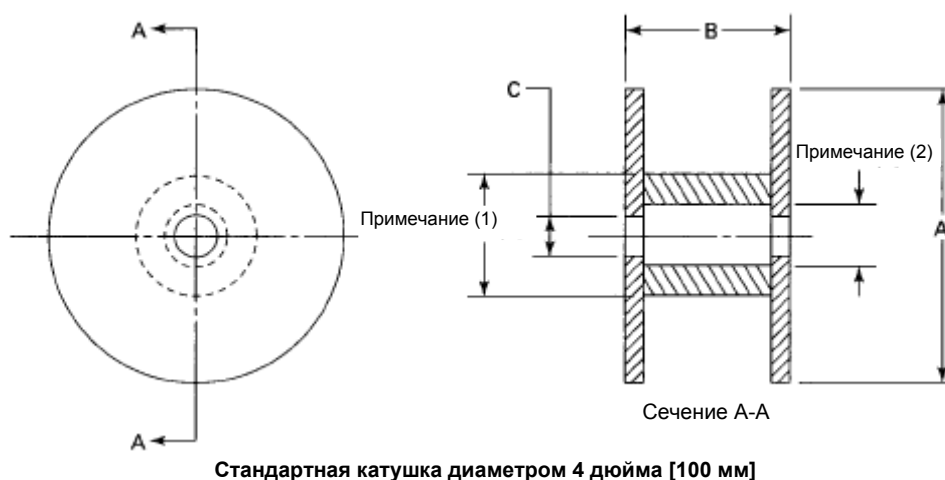
(с) Размер и вес нетто (см. п. 6.1);

(д) Номер партии, контроля или плавки.

17.2 Соответствующие сведения по технике безопасности⁶, приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте, должны быть разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая индивидуальную упаковку в составе групповой упаковки.

⁶ Типичные примеры «предупреждающих ярлыков» для некоторых распространенных и специфических расходных материалов, используемых в определенных процессах, показаны на рисунках в стандарте ANSI Z49.1.

РИС. 1 РАЗМЕРЫ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 4, 8 И 12 ДЮЙМОВ [100, 200 И 300 ММ]



		Катушка 4 дюйма [100 мм]		Катушка 8 дюймов [200 мм]		Катушка 12 дюймов [300 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, максимальный [примечание (4)]	4,0	102	8,0	203	12	305
B	Ширина	1,75	45	2,16	55	4,0	102
	Допуск	$\pm 0,03$	$+0, -2$	$\pm 0,03$	$+0, -3$	$\pm 0,06$	$+0, -3$
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	$+0,01, -0$	$+1, -0$	$+0,06, -0$	$+2,5; -0$	$+0,06, -0$	$+2,5, -0$
D	Расстояние между осями	...	—	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	...	—	$+0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
E	Диаметр [примечание (3)]	...	—	0,44	10	0,44	10
	Допуск	...	—	$+0, -0,06$	$+1, -0$	$+0, -0,06$	$+1, -0$

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Наружный диаметр цилиндрической части должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.
- (2) Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
- (3) На каждом фланце имеются отверстия, однако совмещать их нет необходимости. Для катушек диаметром 4 дюйма [100 мм] наличия отверстия для привода не требуется.
- (4) Метрические размеры и допуски соответствуют ISO 544, за исключением "А", где указаны $\pm$ допуски на номинальный диаметр, а не только + допуск, который приводится здесь как максимум.

Приложение А

Руководство к техническим условиям AWS на электроды и прутки из циркония и циркониевых сплавов

(Данное приложение не является частью AWS A5.24/A5.24M:2005, *Электроды и прутки из циркония и циркониевых сплавов. Технические условия*, и включено только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. В тех случаях, когда это удастся сделать и является полезным, приводится ссылка на соответствующий основной металл. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2. Метод классификации

A2.1 Система классификационного обозначения электрода в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для классификации присадочных металлов. Буква "E" в начале каждого обозначения означает сварочный электрод, а "R" – присадочный прутки. Поскольку данные присадочные металлы используют и в качестве электродов при дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа, и в качестве прутков при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа, в их обозначении указываются обе буквы.

A2.2 Сочетание букв "Zr" указывает на то, что данный присадочный металл изготовлен на основе циркония. Последующие буквенные и числовые обозначения служат для идентификации номинального химического состава присадочного металла.

A2.3 В таблице A1 приведены сведения о связях в изменениях классификации в данном издании с изменениями, произошедшими ранее (1990, 1979, 1976), а также о связи с другими техническими условиями для присадочных металлов на основе сплавов циркония. Приведенные технические условия ASTM/ASME широко используются в промышленности, как показано в таблице A1.

A2.4 Запрос о введении нового класса присадочного металла

A2.4.1 Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой.

A2.4.2 Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую

Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса.

В запросе должны быть указаны, в частности, следующие сведения:

(a) Все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, требования к химическому составу, механическим свойствам.

(b) Информация по темам «Описание и Предполагаемое использование», аналогичная существующим для других классификаций, для соответствующей секции Приложения.

Без вышеуказанной информации запрос на введение нового класса будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

A2.4.3 Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(a) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса;

(b) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;

(c) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(d) подшивает оригинал запроса в дело;

(e) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

A2.4.4 Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

A2.4.5 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов

ТАБЛИЦА 1
ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ – ВКЛЮЧАЯ ОТМЕНЕННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ
ИЗ ЦИРКОНИЯ

Присадочный металл				Основной металл ASTM/ASME основной номер		
Классификация AWS				Номера UNS	Номера UNS	Обозначения марки
2005	1990	1979	1976			
Отменено	Отменено	Отменено	ERZr1			
ERZr2	ERZr2	ERZr2	ERZr2	R60702	R60702	Чистый Zr
ERZr3	ERZr3	ERZr3	ERZr3	R60703	R60703	Zr-Fe-Sn-Cr
ERZr4	ERZr4	ERZr4	—	R60704	R60704	Zr-2,5 % Nb

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а.** Ссылка: ASTM В 493, В 523, В 551 и В 653.

за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершённых запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*, как оговорено в данном документе. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями ANSI/AWS A5.01. При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, таблица 1 стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

A4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS и классификационных на упаковке электродов или маркировка самого изделия означают, что поставщик (или производитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая партия данного класса, имеющая оди-

наковый состав. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного материала могли проводиться или не проводиться. Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной «представительной выборки» и применяемая производителем Система обеспечения качества производителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;
- система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1 (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A.6 Аспекты сварочных работ

A6.1 Цирконий и циркониевые сплавы сваривают методом дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа, дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа, плазменно-дуговой сварки и сварки электронным лучом. Цирконий является химически активным

металлом, кроме того, он чувствителен к охрупчиванию под действием кислорода, азота и водорода при температуре свыше 1100 °F (590 °C). Следовательно, он должен быть защищен от загрязнения в результате контакта с атмосферой. Такая защита обеспечивается путем применения инертного газа высокой степени очистки при сварке на воздухе, в камере или в вакууме с разрежением не более 10^{-4} торр [0,013 Па] или ниже. При дуговой сварке цирконий должен быть защищен от контакта с атмосферой вплоть до того момента, когда его температура снизится до 800 °F [430 °C]. Необходимо обеспечить достаточную защиту металла при сварке на воздухе, а в случае последующего применения изделия в критических условиях сварку следует выполнять в газонепроницаемой камере, из которой полностью удален воздух и заменен инертным газом высокой степени очистки.

Перед началом сварки необходимо убедиться в химической чистоте циркония и отсутствии в его составе тяжелых оксидов, поскольку присутствие оксидов, воды, консистентной смазки и грязи приводит к охрупчиванию.

Присадочные прутки из циркония должны быть химически чистыми, и в их составе не должно быть тяжелых оксидов, поглощенной влаги, консистентной смазки и грязи. В процессе сварки сварочный прутки должен находиться в среде инертного газа, а оксидная пленка, образовавшаяся на конце прутка после охлаждения, должна быть удалена перед повторным использованием прутка.

Для соединения циркония с титаном, танталом, ниобием и ванадием может успешно применяться сварка плавлением, хотя металл сварного шва в этом случае будет более прочным и менее пластичным, чем основной металл. Не допускается сварка циркония плавлением с другими конструкционными сплавами общего назначения на основе меди, ферроникеля и алюминия, т.к. при этом образуются хрупкие циркониевые интерметаллические сплавы, и, как следствие, чрезвычайно хрупкие сварные швы.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов и прутков

A7.1 К классу ERZr2 относится т.н. «технически чистый» цирконий. Металл, наплавленный с его помощью, обладает высокой прочностью и пластичностью. Предел прочности на растяжение должен составлять не менее 55 кфунт/кв. дюйм (380 МПа). Электроды и прутки этого класса могут применяться при сварке всех циркониевых сплавов.

A7.2 В состав класса ERZr3 в качестве легирующего элемента входит олово. Олово способствует повышению прочности и одновременно поддержанию достаточной пластичности металла шва. Предел прочности на растяжение должен составлять не менее 60 кфунт/кв. дюйм [410 МПа]. Электроды и прутки этого класса предназначены исключительно для сварки циркониевого сплава под номером UNS R60704. Металл, наплавленный с применением присадочного металла класса ERZr3 может оказаться менее устойчив к коррозии, чем наплавленный с применением ERZr2.

A7.3 В состав класса ERZr4 в качестве легирующего элемента входит ниобий. Металл шва обладает высокой пластичностью при пределе прочности на растяжение, равном не менее 80 кфунт/кв. дюйм (550 МПа). Электроды и прутки этого класса предназначены исключительно для сварки циркониевого сплава под номером UNS R60705. Металл,

наплавленный с применением присадочного металла класса ERZr4 может оказаться менее устойчив к коррозии, чем наплавленный с применением ERZr2. Все швы, выполненные с применением присадочного металла ERZr4, нужно подвергать послесварочной термообработке чтобы уменьшить чувствительность к замедленному гидричному растрескиванию.

A8. Специальные испытания

Для определения пригодности материалов в некоторых случаях могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные испытания для определения таких свойств, как твердость, коррозионная устойчивость, а также механических свойств при более высоких или более низких рабочих температурах. Положения о заказе таких испытаний устанавливаются стандартом AWS A5.01. Данный раздел приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания. Эти испытания могут проводиться по соглашению между поставщиком и покупателем.

A8.1 Испытания на коррозию. Хотя сварные швы, полученные с помощью электродов, рассматриваемых в настоящих технических условиях, обычно используются как коррозионно-стойкие, испытания на определение этих свойств не включены в настоящие технические условия. При необходимости в конкретном случае применения испытания могут проводиться на образцах, взятых либо из наплавки, либо из сварного соединения. Образцы, отобранные из соединения, пригодны для проведения квалификационной оценки сварочных процедур (в случае специального применения, где имеет значение стойкость к коррозии и окислению), но не для квалификационной оценки электрода. Испытания на образцах, отобранных из соединения, имеют тот недостаток, что они являются комбинированными испытаниями на определение свойств металла шва, зоны теплового воздействия, и не подвергавшейся воздействиям зоны основного металла. С учетом всех этих факторов получение воспроизводимых результатов затруднительно (если существует различие свойств материалов в разных частях образца).

Образцы, отобранные из соединения, имеют то преимущество, что они способны воспроизвести схему соединения и последовательность операций сварки, планируемые при изготовлении.

A8.1.1 Образцы для определения стойкости к коррозии или окислению неразбавленного металла шва подготавливаются в соответствии с процедурой, описанной ниже, по согласованию поставщика и потребителя. Размер наплавки должен составлять, по крайней мере, 3/4 дюйма [19 мм] по высоте, на 2-1/2 дюйма [65 мм] по ширине и на 1 + 5/8 n (дюйма) [25 + 16 n (мм)] по длине, где "n" – число образцов. Образцы, имеющие размеры 1/2 x 2 x 1/4 дюйма [13 x 50 x 6 мм] (длина x ширина x высота), получают механическим способом из верхней части наплавки таким образом, чтобы сторона образца, имеющая длину 2 дюйма [50 мм], располагалась параллельно стороне наплавки имеющей длину 2-1/2 дюйма [65 мм], а сторона образца, имеющая длину 1/2 дюйма [13 мм] была параллельна длине наплавки, а сторона образца размером 1/2 дюйма [13 мм] была параллельна длине наплавки.

A8.1.2 Перед испытаниями термообработка, чистовая обработка поверхности и маркировка образцов должны производиться в соответствии с установленной практикой проведения испытаний

аналогичных сплавов в ковальной или литой формах. Процедуры испытаний должны соответствовать ASTM G 4, *Рекомендуемая практика проведения заводских испытаний на коррозию* или ASTM G 31,

Рекомендуемая практика лабораторных испытаний металлов на коррозию методом погружения, в зависимости от обстоятельств.

A9. Отмененные классы

Некоторые классы присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. В течение срока действия настоящих технических условий были отменены классы, перечисленные в таблице A1 (по годам их последнего включения в настоящие технические условия).

A10. Общая информация по технике безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ: Вопросы безопасности и охраны здоровья выходят за рамки данного стандарта и поэтому рассматриваются в нем не в полном объеме. Информация о безопасности и охране здоровья содержится в секции A5 и частично приведена ниже. Аналогичные сведения можно почерпнуть из других источников, в том числе ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*⁷, а также из соответствующих федеральных норм и законодательства отдельных штатов.

A10.1 Таблицы данных по безопасности и здоровью. Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные ниже, изданы AWS. Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Таблицы данных по безопасности и здоровью периодически изменяются и к ним добавляются новые данные.

⁷ Этот стандарт можно приобрести в отделе Международных проектных документов группы Распространения информации по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

A10.2 Указатель по таблицам данных по безопасности и здоровью (SHF)⁸

№	Заголовок
1.	Пары и газы
2.	Радиация
3.	Шум
4.	Сварочные пары хрома и никеля
5.	Угроза электрического шока
6.	Предотвращение пожаров и взрывов
7.	Защита от ожогов
8.	Защита от механических повреждений
9.	Предотвращение падений
10.	Падающие объекты
11.	Ограниченное пространство
12.	Ношение контактных линз
13.	Эргономичность сварочного оборудования
14.	Графические символы на предупредительных знаках
15.	Руководство по оформлению документов по здоровью и безопасности
16.	Ритмоводители и сварка
17.	Электрические и магнитные поля
18.	Отключение питания и вывешивание предупреждающих ярлыков
19.	Лазерная сварка и безопасность при резке
20.	Безопасность при термическом напылении
21.	Точечная контактная сварка
22.	Выход кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23.	Калифорнийское предложение 65
24.	Флюсы для дуговой сварки и пайки: безопасное обращение и использование
25.	Отравление парами металла и газами

⁸ Стандарты AWS можно приобрести в отделе Международных проектных документов группы Распространения информации, по адресу: Information Handling Services (IHS) Group company, 15 Inverness Way East, Englewood, CO 80112-5776.

ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ И ФЛЮСЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.25/SFA-5.25M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.25/A5.25M-97. В спорных случаях используется исходный вариант.)

A08

1 Область применения

Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов (сплошных и трубчатых с металлической сердцевиной) и флюсов для электрошлаковой сварки углеродистой и низколегированной стали.

ЧАСТЬ A — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2 Классификация

2.1 Сплошные электроды, на которые распространяется действие настоящих технических условий, классифицируют по химическому составу электрода, как указано в табл. 1.

2.2 Композиционные электроды с металлической сердцевиной, на которые распространяется действие настоящих технических условий, классифицируют по химическому составу металла шва, выполненного с применением определенного флюса, который поступил от конкретного производителя под известной торговой маркой, в соответствии с табл. 2.

2.3 Флюсы, на которые распространяется действие настоящих технических условий, классифицируют в зависимости от механических свойств металла шва (см. табл. 3 и 4), выполненного электродом конкретного класса.

2.4 Электродам, отнесенным к определенному классу, не может быть присвоен другой класс в рамках настоящих технических условий. Флюсы могут быть отнесены к любому количеству классов, каждому из которых соответствует отдельный электрод. Флюсы, которым присвоен класс FESX2-XXX, могут также быть отнесены к классам FESXO-XXX и FESXZ-XXX, как особо оговорено в Примечании (а) к табл. 4.

2.5 Электроды и флюсы, классифицированные по настоящим техническим условиям, предназначены для электрошлаковой сварки, однако допускается их применение и при любом другом способе сварки, для которого они будут признаны пригодными.

3 Приемка

Приемка¹ электродов и флюсов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.²

4 Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классификационное обозначение на самом изделии, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.³

5 Единицы измерения и правила округления

5.1 В данных технических условиях используются как единицы измерения, принятые в США и основанные на имперской системе мер и весов, так и единицы измерения Международной системы единиц (СИ). Значения в этих единицах не являются эквивалентными; поэтому каждая система должна использоваться независимо от другой, и смешение их не допускается. В технических условиях с обозначением A5.25 используются единицы измерения, принятые в США. В технических условиях с обозначением A5.25M используются единицы СИ. Последние указываются в соответствующих столбцах таблиц или в квадратных скобках [] при использовании в тексте.

5.2 Для определения соответствия настоящим техническим условиям измеренное или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайших 1000 фунтов/кв. дюйм [10 МПа], а другие значения – с точностью до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E29

¹ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3, «Приемка» (в Приложении), и в AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

² Стандарты AWS можно получить в Американском обществе по сварке по адресу: American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4, «Сертификация» (в Приложении).

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ СПЛОШНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификаци- онное обозна- чение по AWS ^c	Номер по UNS ^d	Содержание в % по массе ^{a, b}												Общее содержа- ние дру- гих эле- ментов
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Cu ^e	Ti	Zr	Al	
Классы сплавов со средним содержанием марганца														
EM5K-EW	K10726	0,07	0,90–1,40	0,025	0,030	0,40–0,70	–	–	–	0,35	0,05–0,15	0,02–0,12	0,05–0,15	0,50
EM12-EW	K01112	0,06–0,15	0,80–1,25	0,030	0,030	0,10	–	–	–	0,35	–	–	–	0,50
EM12K-EW	K01113	0,05–0,15	0,80–1,25	0,030	0,030	0,10–0,35	–	–	–	0,35	–	–	–	0,50
EM13K-EW	K01313	0,06–0,16	0,90–1,40	0,030	0,030	0,35–0,75	–	–	–	0,35	–	–	–	0,50
EM15K-EW	K01515	0,10–0,20	0,80–1,25	0,030	0,030	0,10–0,35	–	–	–	0,35	–	–	–	0,50
Классы сплавов с высоким содержанием марганца														
EN14-EW	K11585	0,10–0,20	1,70–2,20	0,030	0,030	0,10	–	–	–	0,35	–	–	–	0,50
Специальные классы														
EWS-EW	K11245	0,07–0,12	0,35–0,65	0,030	0,030	0,22–0,37	0,40–0,75	0,50–0,80	–	0,25–0,55	–	–	–	0,50
EA3K-EW ^f	K10945	0,07–0,12	1,60–2,10	0,025	0,025	0,50–0,80	0,15	–	0,40–0,60	0,35	–	–	–	0,50
EN10K-EW	K01010	0,07–0,14	1,40–2,00	0,025	0,030	0,15–0,30	–	–	–	–	–	–	–	0,50
EN11K-EW	K11140	0,06–0,15	1,40–1,85	0,025	0,030	0,80–1,15	–	–	–	0,35	–	–	–	0,50
ES-G-EW	-	НЕ ОГОВОРЕНО ^g												

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Электроды подвергают химическому анализу на содержание определенных элементов, значения содержания которых указаны в данной таблице. При обнаружении других элементов (кроме железа) в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значение, указанное в последнем столбце данной таблицы – «Общее содержание других элементов».
- Единичное значение является максимальным.
- Требования к химическому составу могут совпадать с приведенными в других технических условиях AWS; См. табл. A1 в Приложении.
- Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Величина предельного содержания меди учитывает любые медные покрытия, которые могут присутствовать на электроде.
- Новое обозначение класса EN10Mo-EW (см. стандарт ANSI/AWS A5.25-91).
- Химический состав должен быть указан в протоколе; требования устанавливаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА,
НАПЛАВЛЕННОГО КОМПОЗИЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ^а

Классификационное обозначение по AWS	Номер по UNS ^г	Содержание в % по массе ^{а, б}										Общее содержание других элементов
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V	
EWT1	W06040	0,13	2,00	0,03	0,03	0,60	—	—	—	—	—	0,50
EWT2	W20140	0,12	0,50–1,60	0,03	0,04	0,25–0,80	0,40–0,80	0,40–0,70	—	0,25–0,75	—	0,50
EWT3	W22340	0,12	1,00–2,00	0,02	0,03	0,15–0,50	1,50–2,50	0,20	0,40–0,65	—	0,05	0,50
EWTG	—	НЕ ОГОВОРЕНО ^а										

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Применяется флюс, в сочетании с которым электрод классифицируется по механическим свойствам (см. табл. 3 или 3М и 4 или 4М).
- Металл шва необходимо подвергнуть химическому анализу на наличие элементов, значения содержания которых указаны в данной таблице. При обнаружении других элементов (кроме железа) в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значение, указанное в последнем столбце данной таблицы – «Общее содержание других элементов».
- Единичное значение является максимальным.
- Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Химический состав должен быть указан в протоколе; требования устанавливаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 3
A5.25 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА РАСТЯЖЕНИЕ (НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)

Классификационное обозначение по AWS A5.25 ^а	Предел прочности на растяжение	Предел текучести, не менее ^б	Относительное удлинение, не менее ^б
	фунт/кв. дюйм	фунт/кв. дюйм	%
FES6Z-XXX	от 60 000		
FES60-XXX	до	36 000	24
FES62-XXX	80 000		
FES7Z-XXX	от 70 000		
FES70-XXX	до	50 000	22
FES72-XXX	95 000		
FES8Z-XXX	от 80 000		
FES80-XXX	до	60 000	20
FES82-XXX	100 000		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- В позиции символов "XXX" в столбце «Классификационное обозначение по AWS» указывается класс применяемого электрода.
- Предел текучести при смещении по оси деформации 0,2 % и относительное удлинение на расчетной длине 2 дюйма (51 мм).

ТАБЛИЦА 3М
A5.25М ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ
НА РАСТЯЖЕНИЕ
(НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)

Классификационное обозначение по AWS A5.25M ⁽¹⁾	Предел прочности на растяжение	Предел текучести, не менее ⁽²⁾	Относительное удлинение, не менее ⁽²⁾
	МПа	МПа	%
FES43Z-XXX	с 430		
FES432-XXX	по	250	24
FES433-XXX	550		
FES48Z-XXX	с 480		
FES482-XXX	по	350	22
FES483-XXX	650		
FES55Z-XXX	с 550		
FES552-XXX	по	410	20
FES553-XXX	700		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) В позиции символов "XXX" в столбце «Классификационное обозначение по AWS A5.25M» указывается класс применяемого электрода.
- (2) Предел текучести при смещения по оси деформации 0,2 % и относительное удлинение на расчетной длине 50 мм.

ТАБЛИЦА 4
A5.25 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА УДАР^a
(НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)

Классификационное обозначение по AWS A5.25 ^b	Средняя ударная вязкость, не менее ^b
	Фут • фунт-сила
FES6Z-XXX	Не оговорено
FES7Z-XXX	Не оговорено
FES8Z-XXX	Не оговорено
FES60-XXX	15 при 0 °F
FES70-XXX	15 при 0 °F
FES80-XXX	15 при 0 °F
FES62-XXX	15 при –20 °F
FES72-XXX	15 при –20 °F
FES82-XXX	15 при –20 °F

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Комбинация флюс-электрод, отвечающая требованиям к ударной вязкости при заданной температуре, соответствует также аналогичным требованиям при более высоких температурах, указанных в данной таблице. Таким образом, металл класса FESX2-XXX может быть также отнесен к классам FESX0-XXX и FESXZ-XXX, а FESX0-XXX – к FESXZ-XXX.
- b. В позиции символов "XXX" в столбце «Классификационное обозначение по AWS» указывается класс применяемого электрода.
- c. При подсчете ударной вязкости наибольшее и наименьшее из пяти результатов испытаний не учитываются. Два из оставшихся трех значений могут равняться или превышать 15 фут • фунт-сила, а одно из трех может быть ниже 15 фут • фунт-сила, но не ниже 10 фут • фунт-сила. Среднее из трех значений должно быть не менее установленного уровня 15 фут • фунт-сила.

ТАБЛИЦА 4М
A5.25М ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА УДАР
(НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)⁽¹⁾

Классификационное обозначение по AWS A5.25M ⁽²⁾	Средняя ударная вязкость ⁽³⁾ , не менее Дж
FES43Z-XXX	Не оговорено
FES48Z-XXX	Не оговорено
FES55Z-XXX	Не оговорено
FES432-XXX	20 при –20 °C
FES482-XXX	20 при –20 °C
FES552-XXX	20 при –20 °C
FES433-XXX	20 при –30 °C
FES483-XXX	20 при –30 °C
FES553-XXX	20 при –30 °C

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Комбинация флюс-электрод, отвечающая требованиям к ударной вязкости при заданной температуре, соответствует также аналогичным требованиям при более высоких температурах, указанных в данной таблице. Таким образом, металл класса FESX3-XXX может быть также отнесен к классам FESX2-XXX и FESXZ-XXX, а FESX2-XXX – к FESXZ-XXX.
- (2) В позиции символов "XXX" в столбце «Классификационное обозначение по AWS» указывается класс применяемого электрода.
- (3) При подсчете ударной вязкости наибольшее и наименьшее значения из пяти результатов испытаний не учитываются. Два из оставшихся трех значений могут равняться или превышать 20 Дж, а одно из трех может быть ниже 20 Дж, но не ниже 14 Дж. Среднее из трех значений должно быть не менее установленного уровня 20 Дж.

Рекомендуемая методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.⁴

ЧАСТЬ В – ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

6. Обзор испытаний

6.1 Химический анализ сплошных электродов является единственным обязательным классификационным испытанием согласно настоящим техническим условиям, как показано в табл. 5.

6.2 Химический анализ неразбавленного металла, наплавленного композиционным электродом в сочетании с определенным флюсом, который поступил от конкретного производителя под известной торговой маркой, является единственным обязательным классификационным испытанием для композиционных электродов в рамках настоящих технических условий, как показано в табл. 5

6.3 Испытания, необходимые для классификации каждой комбинации флюс-электрод, указаны в табл. 5. Цель этих испытаний заключается в определении химического состава, механических свойств и бездефектности металла шва. Основной металл для испытательных сварных узлов, процедуры сварки и испытаний, а также требования к результатам испытаний приведены в секциях с 8 по 12.

⁴ Стандарты ASTM можно получить в Американском обществе по испытанию материалов, по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ТАБЛИЦА 5
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классифицируемый материал	Классификационное обозначение по AWS ^a	Химический анализ		Рентгенографический контроль	Испытание на растяжение	Испытание на удар
		Электрод	Металл шва			
Сплошные электроды	Все	Требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Композиционные электроды ^b	Все	Не требуется	Требуется	Не требуется	Не требуется	Не требуется
Флюсы	FES6Z-XXX	Не требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
	FES7Z-XXX					
	FES8Z-XXX					
	FES43Z-XXX					
	FES48Z-XXX					
	FES55Z-XXX					
	FES60-XXX	Не требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
	FES70-XXX					
	FES80-XXX					
	FES432-XXX					
	FES482-XXX					
	FES552-XXX					
	FES62-XXX	Не требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
	FES72-XXX					
	FES82-XXX					
	FES433-XXX					
	FES483-XXX					
	FES553-XXX					

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. В позиции символов "XXX" в столбце «Классификационное обозначение по AWS» указывается класс применяемого электрода.
- b. Используется флюс, в сочетании с которым электрод классифицирован по механическим свойствам.

7. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из исходного испытательного узла либо из одного или двух новых испытательных узлов. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данного класса.

В случае если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что предписанные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла, или испытательных образцов или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически завершено, или соответствовали ли результаты испытания установленным требованиям. Такое испытание следует повторить, следуя рекомендованным методикам. В этом случае требование об удвоении числа испытательных образцов не применяется.

8. Испытательные сварные узлы

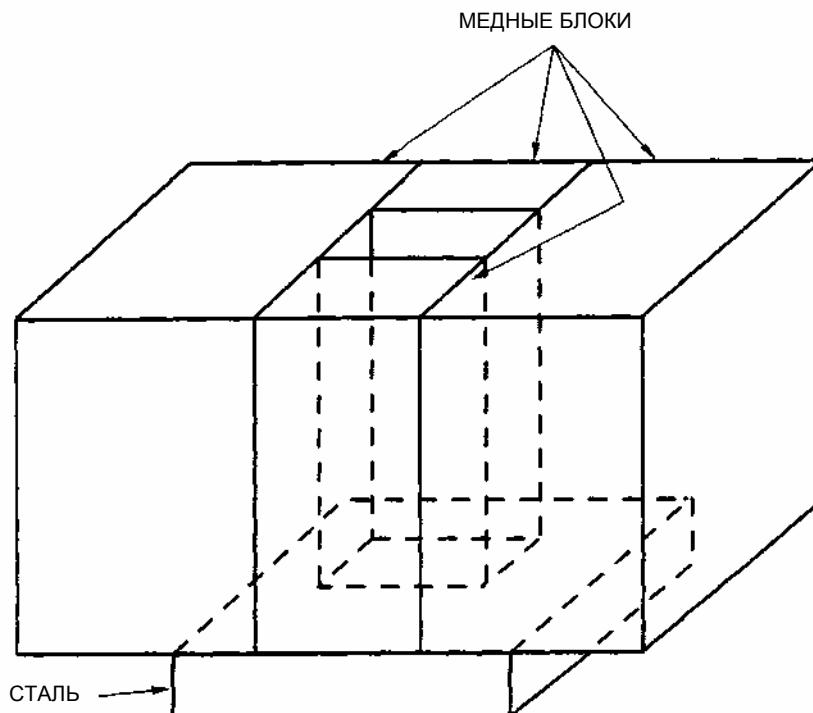
8.1 Для классификации сплошных электродов сварных испытательных узлов не требуется. Для классификации композиционных электродов необходим один испытательный сварной узел. Он представляет собой слиток, показанный на рис. 1, и используется при химическом анализе металла шва. Кроме того, один испытательный сварной узел необходим для классификации каждой комбинации флюс-электрод. Он представляет собой шов с разделкой кромок (см. рис. 2) и предназначен для определения механических свойств и бездефектности металла шва в состоянии непосредственно после сварки.

8.2 Подготовка каждого испытательного узла должна проводиться в соответствии с п.п. 8.3, 8.4 и 9.2. Основной металл каждого узла должен отвечать требованиям табл. 6 и соответствующих технических условий ASTM, указанных в данной таблице, или требованиям эквивалентных им технических условий. Испытания узлов проводятся в соответствии с указаниями п. 9.3 и секций 10–12.

8.3 Слиток из металла шва. Подготовка слитка показана на рис. 1.

8.4 Шов с разделкой кромок для определения механических свойств и бездефектности сварных швов, выполненных комбинациями флюс-электрод. Выбор и сварка испытательного узла

РИС. 1 СЛИТОК ИЗ МЕТАЛЛА ШВА



ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Слиток изготавливается дуговой сваркой в водоохлаждаемой медной форме, как показано на рис. 2.
- (2) Слиток может иметь любую подходящую форму при условии обеспечения необходимой площади поперечного сечения металла шва (примерно 4 дюйма² [25 см²]).
- (3) Основанием для слитка служит пластина из углеродистой стали достаточного размера с тем, чтобы избежать полного провара; медная форма должна обеспечивать удовлетворительно поглощение тепла и, тем самым, предотвращать загрязнение слитка расплавленной медью.
- (4) Образец для химического анализа отбирается на расстоянии не менее 2 дюймов [50 мм] от дна слитка и не менее 2 дюймов [50 мм] ниже кратера.
- (5) Сварка плавящимся мундштуком применяется при подготовке слитка только в том случае, если испытательный узел также был изготовлен этим методом, поскольку в результате сварки плавящимся мундштуком происходит изменение химического состава металла.

должны выполняться в соответствии с рис. 2 с применением основного металла подходящего типа из указанных в табл. 6. Испытание данного узла проводят в соответствии с требованиями секций 10–12. Узел следует испытывать в состоянии непосредственно после сварки.

9. Химический анализ

9.1 Образец сплошного электрода должен быть подготовлен для химического анализа. При проведении химического анализа сплошного электрода на содержание элементов, входящих в состав покрытия (например, омеднения), покрытие не удаляется. При анализе химического состава электрода на содержание элементов, отсутствующих в покрытии, оно должно быть удалено, если его наличие может повлиять на результаты анализа.

9.2 Композиционные электроды подвергают химическому анализу в виде неразбавленного металла шва, а не в исходном состоянии. Образец для анализа должен быть отобран из металла, наплавленного рассматриваемым электродом в сочетании с определенным флюсом (полученным от конкретного производителя под известной торговой маркой), с которым он классифицирован. Образец отбирают из слитка (см. рис. 1). Верхний слой слитка

удаляют и отбраковывают, а образец для химического анализа отбирают любым подходящим механическим способом из нижележащего металла на расстоянии не менее 2 дюймов [50 мм] от начала и не менее 1 дюйма [25 мм] от конца (кратера) слитка. Образец не должен содержать шлака.

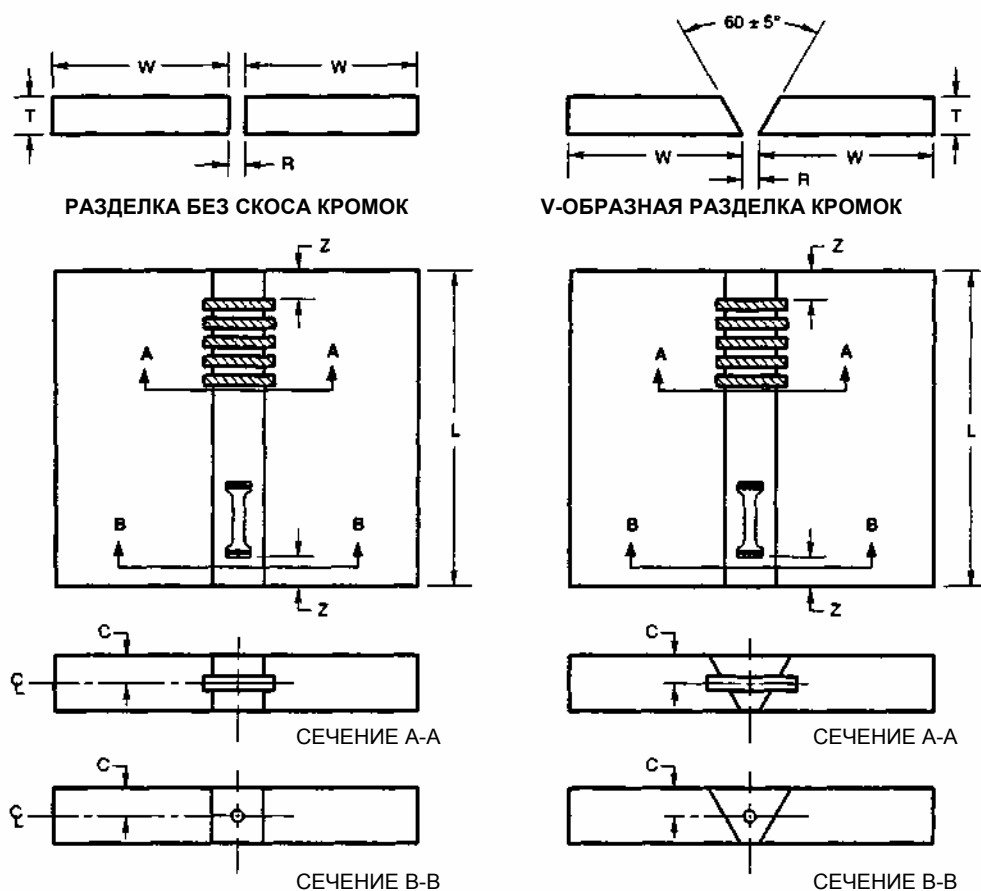
9.3 Химический анализ образца следует проводить принятыми аналитическими методами. Арбитражным методом считается приведенный в стандарте ASTM E350, *Сталь углеродистая, низколегированная, кремнистая электротехническая, литое и сварочное железо. Методы химического анализа*.

9.4 Результаты химического анализа должны отвечать требованиям, приведенным в табл. 1 (для сплошных электродов) и табл. 2 (для композиционных электродов) в соответствии с классом испытываемого электрода.

10. Радиографический контроль

10.1 Шов с разделкой кромок, рассмотренный в п. 8.4 и показанный на рис. 2, необходимо подвергнуть радиографическому контролю для оценки бездефектности металла шва. Подготовка шва к радиографическому контролю включает механическую обработку или шлифование обеих поверхностей шва заподлицо с исходными поверхностями

**РИС. 2 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО СВАРНЫМ ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ МЕТАЛЛА ШВА**



Разделка кромок:	Без скоса		Без скоса		V-образная разделка кромок	
Сварка плавящимся мундштуком:	Да		Нет		Нет	
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Размер электрода	3/32 или 1/8	2,4; 2,5 или 3,0	3/32 или 1/8	2,4; 2,5 или 3,0	3/32 или 1/8	2,4; 2,5 или 3,0
Размеры:						
Длина L, не менее	15	380	15	380	15	380
Ширина W, не менее	12	300	12	300	12	300
Толщина T	2	50	2	50	2	25
Обрезка Z, не менее	2-1/2	65	2-1/2	65	2-1/2	65
Зазор между кромками R	с 1 по 1-1/4	с 25 по 32	с 1 по 1-1/4	с 25 по 32	не менее 1/4	не менее 6
Расстояние от центра образца C	1/2	12,5	1/2	12,5	3/8	9,5
Сварочный ток при ПТЭП (сварка на постоянном токе при положительной полярности электрода):						
Амперы	500 ± 50		500 ± 50		400 ± 50	
Вольты	40 ± 2		40 ± 2		40 ± 2	

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- Испытательный узел изготавливают сваркой в вертикальной позиции с направлением сварки снизу вверх.
- Выбор и фиксация испытательного узла выполняются согласно рекомендациям производителя. Следует использовать водоохлаждаемые медные колодки, кроме сварки плавящимся мундштуком. В последнем случае следуйте рекомендациям производителя относительно применения водоохлаждаемых колодок. При водяном охлаждении температура отводимой воды не должна превышать 180 °F [82 °C] в области точки выхода.
- Если производитель не выпускает электроды указанного размера, допускается применение электрода ближайшего к нему размера. В случае применения электродов нестандартных размеров следуйте рекомендациям производителя.
- Температура испытательного узла в начале сварки должна быть равна температуре окружающей среды, т.е. не менее 65 °F [18 °C]. В процессе сварки внешний подвод тепла не осуществляется. Если длина узла сама по себе является достаточной для отбора образцов требуемого размера, нет необходимости применять технологические пластины в начале и конце шва.
- Шов должен быть завершен за один проход.
- По завершении сварки термическая обработка не производится.

ТАБЛИЦА 6
ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СВАРНЫХ УЗЛОВ

Классификационное обозначение по AWS		основной ASTM
A5.25	A5.25M	технические условия на металл
FES6X-XXX	FES43X-XXX	ASTM A36
FES7X-XXX	FES48X-XXX	ASTM A242 Тип 2 или A572 Марка 50
FES8X-XXX	FES55X-XXX	ASTM A537 Класс 2, A572 Марка 60 или 65 либо A633 Марка E
Исключениями из правил являются следующие классы:		
FESXX-EWS-EW	FESYYY-EWS-EW	ASTM A588
FESXX-EWT2	FESYYY-EWT2	

основного металла или с равномерным усилением шва, не превышающим по размеру $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм]. Обе поверхности испытательного узла в зоне шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при расшифровке радиографических снимков.

10.2 Шов должен быть подвергнут радиографическому контролю в соответствии со стандартом ASTM E142, *Стандартный метод контроля качества радиографических испытаний*. Уровень качества контроля должен составлять 2-2T.

10.3 Металл шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки не выявляют трещин, непроваров или скругленных индикаторных следов, превышающих допустимые, а именно, установленные радиографическими эталонами (см. рис. 4).

При оценке радиографических снимков отрезки шва длиной $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] от начала и конца испытательного узла не учитываются.

Скругленный индикаторный след (на радиографическом снимке) – это индикаторный след, ширина которого составляет не более трети его длины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если таковой имеется. Индикаторный след может указывать на пористость или наличие шлаковых включений. Следы, наибольший размер которых не превышает $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм], можно пренебречь. Испытательные узлы с индикаторными следами, превышающими по размеру максимально допустимые по радиографическим эталонам, не отвечают требованиям данных технических условий.

11. Испытание на растяжение

11.1 Один образец металла шва для испытания на растяжение должен быть отобран механическим способом из шва с разделкой кромок, описанного в п. 8.4 и показанного на рис. 2. Размеры образца должны соответствовать рис. 3.

11.2 Образец подвергают испытаниям в соответствии с требованиями соответствующего раздела стандарта ANSI/AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*.

11.3 Результаты испытаний на растяжение должны отвечать требованиям, установленным в табл. 3U или 3M, в зависимости от конкретного случая.

12. Испытание на удар

12.1 Необходимо изготовить из испытательного узла, показанного на рис. 2, механическим способом пять образцов с V-образным надрезом для испытаний на ударную вязкость по Шарпи (рис. 5) тех классов, для которых согласно табл. 5 проведение испытаний на удар является обязательным. Пять образцов подвергают испытаниям в соответствии с требованиями соответствующего раздела, посвященного испытаниям на трещиностойкость, стандарта ANSI/AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*. Температура испытания должна соответствовать указаниям табл. 4U или 4M (в зависимости от конкретного случая) для соответствующего класса материала.

12.2 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не учитываются. Два из оставшихся трех значений должны быть равными или превышать заданный уровень энергии в 15 фут • фунт-сила [20 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 10 фут • фунт-сила [14 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее установленного значения уровня энергии 15 фут • фунт-сила [20 Дж].

РАЗДЕЛ С – ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

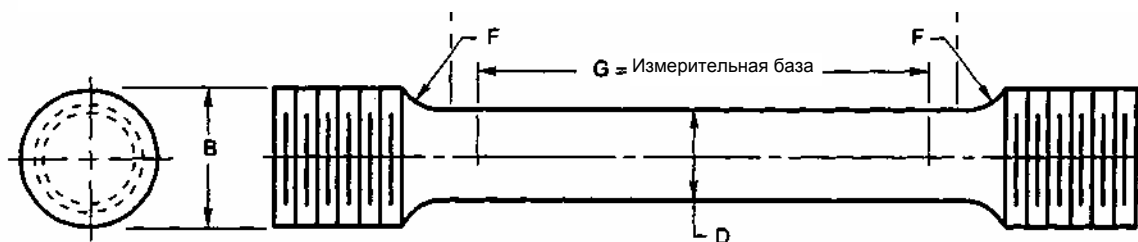
13. Способ изготовления

Электроды и прутки, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение материалов, отвечающих требованиям данных технических условий.

14. Требования к электродам

14.1 Стандартные размеры. Стандартные размеры электродов в различных формах упаковки (бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны) представлены в табл. 7.

РИС. 3 ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ



Размеры образца, дюйм					Приблизительная площадь, дюйм ²
D	G	C	B	F, не менее	
0,500 ± 0,010	2,000 ± 0,005	2-1/4	3/4	0,375	0,2
Размеры образца, мм					Приблизительная площадь, мм ²
D	G	C	B	F, не менее	
12,5 ± 0,2	50,0 ± 0,1	55	20	10	123

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Размеры G и C должны соответствовать показанным на рисунке, однако концы могут иметь любую форму, подходящую для зажимов испытательной установки, при условии сохранения осевой нагрузки.
- (2) Диаметр образца в пределах измерительной базы (расчетной длины) должен быть в центре немного меньше (контрольный размер), чем на концах. Разность не должна превышать 1 % диаметра.
- (3) Если для измерения предела текучести требуется экстензометр, размер C можно изменить. Однако измерение относительного удлинения должно быть основано на размере G.
- (4) Чистота обработки поверхности в пределах размера C должна быть не грубее 63 дюймов* [1,6 м*].

14.2 Чистовая обработка и однородность

14.2.1 Все электроды должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения в электродах с сердцевинной) и инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

14.2.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть изготовлен из одной партии материала, а швы, если они есть, должны быть выполнены таким образом, чтобы обеспечить равномерную непрерывную подачу электрода на автоматическом оборудовании.

14.2.3 Компоненты металлического сердцевинного должны быть достаточно равномерно распределены по длине композиционного электрода, чтобы не ухудшать его рабочие характеристики и свойства металла шва.

14.2.4 На любой электрод из перечисленных в настоящих технических условиях может быть нанесено подходящее защитное покрытие.

14.3 Стандартные формы упаковки

14.3.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобинами, бухты без бобин, катушки и барабаны. Стандартные размеры и вес для каждой формы упаковки приведены в табл. 8 и на рис. 6. Не-

стандартные формы упаковки, размеры и вес принимаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

14.3.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

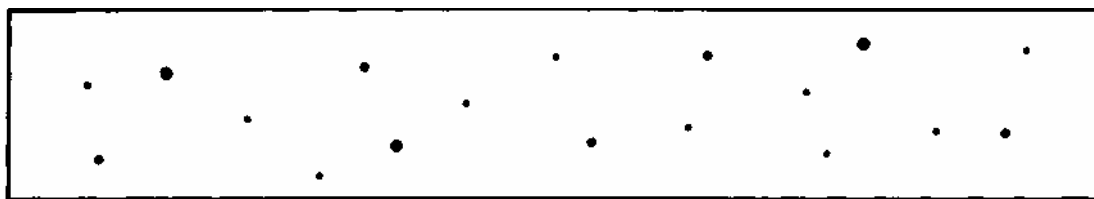
14.3.3 Катушки должны быть иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию электродов при транспортировке и эксплуатации в обычных условиях, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять электроды в чистоте.

14.4 Требования к намотке

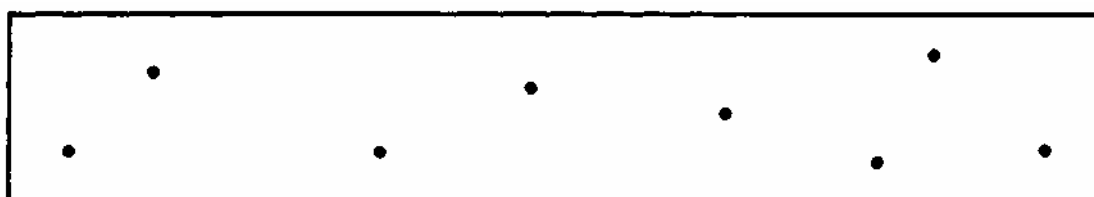
14.4.1 Электроды должны быть намотаны без извитости, волнистости, резких изгибов, нахлестов или провисания, таким образом, чтобы разматывание происходило беспрепятственно. Наружный конец электрода (с которого будет начинаться сварка) должен быть маркирован в целях быстрого обнаружения и закреплен, чтобы предотвратить разматывание.

14.4.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и барабанах должна обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом оборудовании.

РИС. 4 ПРИЕМОЧНЫЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ

**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 1/64 ДО 1/16 дюйма [ОТ 0,4 ДО 1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 18 СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО КРУПНЫХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ/И ДЛИНОЙ ОТ 3/64 ДО 1/16 дюйма [ОТ 1,2 ДО 1,6 мм] РАВНО 3.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СРЕДНИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ/И ДЛИНОЙ ОТ 1/32 ДО 3/64 дюйма [ОТ 0,8 ДО 1,2 мм] РАВНО 5.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО МЕЛКИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ/И ДЛИНОЙ ОТ 1/64 ДО 1/32 дюйма [ОТ 0,4 ДО 0,8 мм] РАВНО 10.

**(В) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 3/64 ДО 1/16 дюйма [ОТ 1,2 ДО 1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 8.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 1/32 ДО 3/64 дюйма [ОТ 0,8 ДО 1,2 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 15.

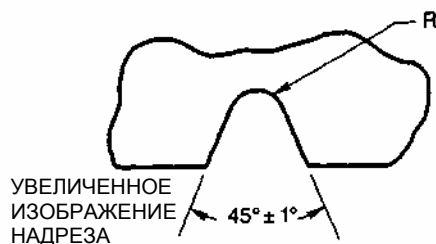
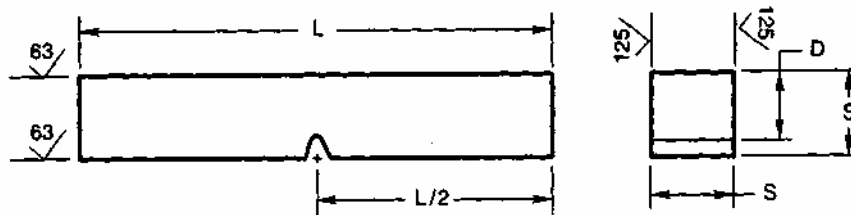
**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 1/64 ДО 1/32 дюйма [ОТ 0,4 ДО 0,8 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.
 МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 30.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Для определения соответствия этим эталонам используют карту, которая наиболее близко соответствует радиографическому снимку испытываемого образца по размеру скругленных индикаторных следов.
- (2) Так как данные испытательные сварные швы специально выполнены в лаборатории для целей классификации, к их радиографическим снимкам предъявляются более жесткие требования по сравнению с условиями обычного производства.
- (3) Скругленные индикаторные следы размером менее 1/64 дюйма [0,4 мм] не учитываются.

**РИС. 5 ОБРАЗЕЦ С V-ОБРАЗНЫМ НАДРЕЗОМ
ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ ПО ШАРПИ**



РАЗМЕРЫ	ДЮЙМ	ММ
L, ДЛИНА	2,165 +0, -0,100	55 +0, -2,5
S, ТОЛЩИНА СЕЧЕНИЯ	0,394 ±0,001	10 ±0,025
D, ТОЛЩИНА ОБРАЗЦА БЕЗ УЧЕТА ГЛУБИНЫ НАДРЕЗА	0,315 ±0,001	8 ±0,025
R, РАДИУС НАДРЕЗА	0,010 ±0,001	0,25 ±0,025
L/2, ДОПУСК НА ПОЛОВИНУ ДЛИНЫ	±0,039	±0,1

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм] и иметь чистоту обработки не менее 63 микродюймов [1,6 мкм]. Две другие поверхности должны быть перпендикулярны поверхности с надрезом и поверхности, испытывающей удар, с допуском ±10 минут, и иметь чистоту обработки поверхности не грубее 125 микродюймов [3,2 мкм].
- (2) Надрез выполняют механическим способом, так, чтобы он был достаточно гладким и перпендикулярным продольным краем образца с допуском 1 градус.
- (3) Геометрия надреза должна быть измерена, по крайней мере, у одного образца из пяти. Измерение выполняется при не менее чем 50-кратном увеличении на проекционно-контрольном приборе или металлографическом микроскопе.
- (4) Правильность расположения надреза проверяют травлением до или после механической обработки.
- (5) Если образец не разламывается при ударе, в качестве значения поглощенной энергии указывают производительность испытательной машины с добавлением знака (+).

**ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ***

Стандартные формы упаковки	A5.25				A5.25M		
	Диаметр		Допуск		Диаметр		Допуск
	дюйм	Сплошной электрод	Электрод с сердцевинной	дюйм	мм	Сплошной электрод	Электрод с сердцевинной
Бухты с бобинами	¹ / ₁₆	0,062	±0,002	±0,002	1,6	±0,05	±0,05
Бухты без бобин,	⁵ / ₆₄	0,078	±0,002	±0,003	2,0	±0,05	±0,08
Бараны и катушки	³ / ₃₂	0,094	±0,002	±0,003	2,4	±0,05	±0,08
					2,5	±0,05	±0,08
		0,120	±0,003	±0,003	3,0	±0,08	±0,08
	¹ / ₈	0,125	±0,003	±0,003	3,2	±0,08	±0,08
	⁵ / ₃₂	0,156	±0,003	±0,003	4,0	±0,08	±0,08

* Нестандартные размеры, допуски и формы упаковки подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС УПАКОВКИ^a

Форма упаковки	Размер упаковки НД ^г		Вес нетто электрода ^б	
	дюйм	мм	фунт	кг
Бухты без бобин	Не оговорено ^с		Не оговорено ^с	
Катушки	12	300	25, 30 и 35	10 и 15
	14	350	50 и 60	20 и 25
	22	560	250	100
	24	610	300	150
	30	760	600, 750 и 1000	250, 350 и 450
Барабаны	15 ¹ / ₂	400	Не оговорено (в)	
	20	500	Не оговорено (в)	
	23	600	300 и 600	150 и 300

Бухты с бобинами — стандартные размеры и вес.

Размер электрода	Размеры бухты					
	Вес нетто бухты ^б		Внутренний диаметр обложки		Ширина намотки электрода	
	фунт	кг	дюйм	мм	дюйм, не более	мм, не более
Все	50, 60 и 65	20, 25 и 30	12 ± ¹ / ₈	300 +3, -10	4 ⁵ / ₈	120
	150 и 200	75 и 100	23 ¹ / ₂ ± ¹ / ₄	600 +3, -10	5	125

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Нестандартные размеры, допуски и формы упаковки подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.
- Допуск на вес нетто должен составлять ±10 %.
- По соглашению между поставщиком и покупателем.
- НД = наружный диаметр.

14.5 Маркировка электродов

14.5.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям секции 14.7 о маркировке каждой упаковки, должна также быть обозначена на каждой бухте, катушке и барабане.

14.5.2 Бухты без бобин должны быть снабжены этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу бухты.

14.5.3 Для бухт с бобиной такая этикетка прочно закрепляется на видимом месте бобины.

14.5.4 У катушек эта информация должна быть четко обозначена на видимом месте на наружной стороне, по крайней мере, одного фланца.

14.5.5 У барабанов информационная этикетка прочно крепится на видимом месте на боковой стороне барабана.

14.6 Упаковка. Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

14.7 Маркировка упаковки

14.7.1 На каждую упаковку должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- Номер технических условий AWS и клас-

сификационные обозначения (год изготовления можно опустить);

(b) Название и торговый знак фирмы-производителя; В случае композиционного электрода — торговая марка флюса(-ов), с которым(-ыми) сочетается состав металла шва в соответствии с требованиями табл. 2;

(c) Размер и вес нетто;

(d) Номер партии, контроля или плавки.

14.7.2 На все упаковки электродов, в том числе единичные, заключенные в общую упаковку, должна быть разборчиво нанесена, как минимум, следующая информация о мерах предосторожности.

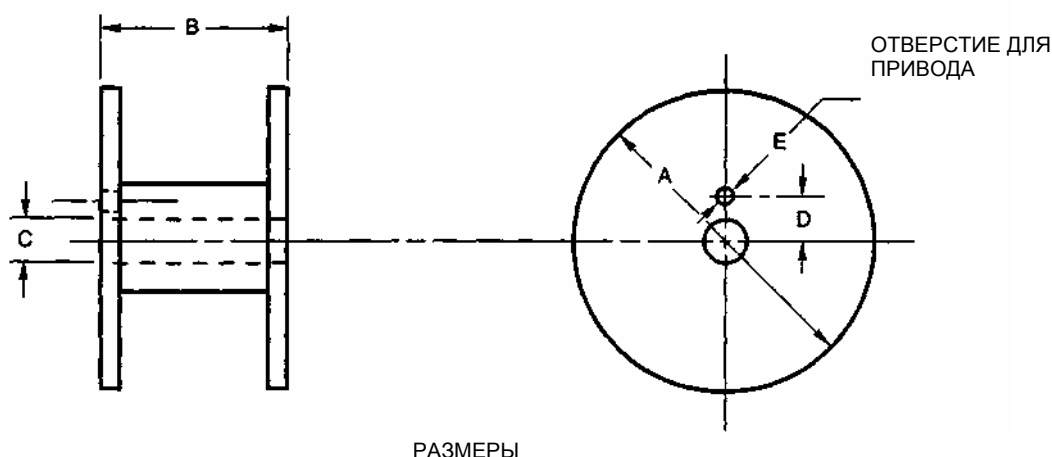
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ опасно для глаз и вызывает ожоги кожи.

РИС. 6А РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ 12- И 14-ДЮЙМОВОЙ [300 И 350 MM] КАТУШЕК



		12-дюймовые [300 мм] катушки		14-дюймовые [350 мм] катушки	
		дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, не более	12	300	14	350
B	Ширина	4,0 ± 0,06	103 -3, +0	4,0 ± 0,06	103 -3, +0
C	Диаметр	2,03 -0, +0,06	50,5 -0, +2,5	2,03 -0, +0,06	50,5 -0, +2,5
D	Межосевое расстояние	1,75 ± 0,02	44,5 ± 0,5	1,75 ± 0,02	44,5 ± 0,5
E	Диаметр (Прим. 3)	0,44 ± 0,06	10 -0, +1	0,44 ± 0,06	10 -0, +1

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Наружный диаметр шпильки должен обеспечивать подачу присадочного металла.
- (2) Внутренний диаметр шпильки должен быть таким, чтобы разбухание шпильки и смещение осей шпильки и фланцев не привело к уменьшению внутреннего диаметра шпильки относительно внутреннего диаметра фланцев.
- (3) В каждом из фланцев должны быть отверстия, но они не обязательно соосны.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ
может привести к смертельному исходу.

- Прочтите и примите к сведению инструкции производителя, сертификаты безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, принятые на вашем предприятии.
- Держите голову вне потока дыма.
- Применяйте достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги для удаления дыма и газов из области дыхания и рабочего помещения.
- Пользуйтесь подходящими защитными средствами для глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- См. Американский национальный стандарт ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, опубликованный Американским обществом по сварке (AWS), 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126, и стандарты Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA) по технике безопасности и охране здоровья, 29 CFR 1910, имеющиеся в Отделе печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия 20402.

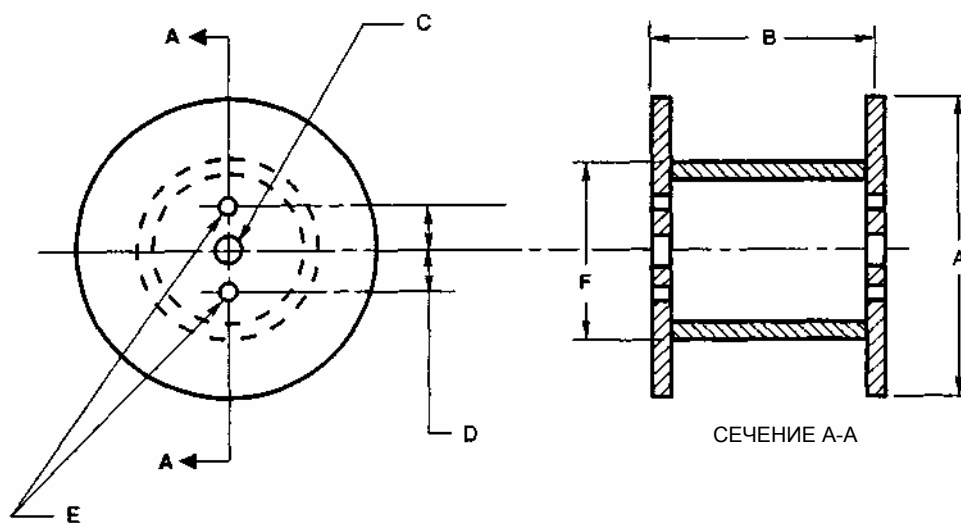
СОХРАНИТЕ ЭТУ ПАМЯТКУ

15. Требования к флюсам

15.1 Форма и размер частиц. Флюс должен быть в виде гранул и обладать способностью свободного течения через трубки, вентили и насадки для его подачи в стандартном оборудовании для электрошлаковой сварки. Размер частиц в настоящих технических условиях не оговаривается, но в случае возникновения такого вопроса он разрешается по соглашению между покупателем и поставщиком.

15.2 Применимость. Флюс должен обеспечивать получение равномерных валиков шва правильной формы, плавно переходящих друг в друга и в основной металл. Электрические свойства расплавленного шлака должны быть достаточными для выполнения электрошлаковой сварки.

РИС. 6В СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ 22-, 24- И 30-ДЮЙМОВЫХ [560, 610 И 760 MM] КАТУШЕК (БАРАБАНОВ)



РАЗМЕРЫ

		22-дюймовые [560 мм] катушки		24-дюймовые [610 мм] катушки		30-дюймовые [760 мм] катушки	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, не более	22	560	24	610	30	760
B	Ширина, не более	12	305	13.5	345	13.5	345
C	Диаметр	1,31 +0,13, -0	35,0 ±1,5	1,31 +0,13, -0	35,0 ±1,5	1,31 +0,13, -0	35,0 ±1,5
D	Расстояние между центрами отверстий	2,5 ± 0,1	63,5 ±1,5	2,5 ± 0,1	63,5 ± 1,5	2,5 ± 0,1	63,5 ± 1,5
E	Диаметр (Прим. 3)	0,69 +0, -0,06	16,7 ± 0,7	0,69 +0, -0,06	16,7 ± 0,7	0,69 +0, -0,06	16,7 ± 0,7

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Наружный диаметр шпульки (размер F) должен обеспечивать подачу присадочного металла.
- (2) Внутренний диаметр шпульки должен быть таким, чтобы разбухание шпульки или смещение шпульки относительно фланцев не приводило к уменьшению внутреннего диаметра шпульки относительно внутреннего диаметра фланцев.
- (3) На каждом фланце имеются два отверстия, центры которых на обоих фланцах должны быть соосны с центром отверстия для привода.

15.3 Упаковка

15.3.1 Флюс должен быть упакован таким образом, чтобы предотвратить его повреждение при транспортировке.

15.3.2 При нахождении в исходном закрытом контейнере флюс должен выдерживать хранение в обычных условиях не менее 6 месяцев без ухудшения сварочных характеристик или свойств металла, наплавленного с его применением. Если необходимо улучшить характеристики металла, допускается нагрев флюса с целью его подсушивания. Если необходимо подсушивание флюса с целью восстановления его свойств, следует обратиться за методическими рекомендациями к производителю.

15.4 Маркировка упаковки

15.4.1 На каждую упаковку должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

- (a) Технические условия AWS и классификационное обозначение соответствующей комбинации флюс-электрод (год выпуска можно опустить);
- (b) Наименование и торговый знак фирмы-поставщика (заводская марка изделия);
- (s) Торговая марка каждого композиционного электрода, в сочетании с которым производитель классифицировал данный флюс (если это применимо);
- (d) Вес нетто;
- (e) Номер партии или контроля;
- (f) Размер частиц, если выпускается более одного размера.

15.4.2 На все упаковки сварочных материалов, в том числе единичные, заключенные в общую упаковку, должна быть разборчиво нанесена печатным шрифтом, как минимум, следующая информация о мерах предосторожности:

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ опасно для глаз и вызывает ожоги кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Прочтите и примите к сведению инструкции производителя, сертификаты безопасности материалов (MSDS) и правила техники безопасности, принятые на вашем предприятии.
- Держите голову вне потока дыма.

- Применяйте достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги для удаления дыма и газов из области дыхания и рабочего помещения.
- Пользуйтесь подходящими защитными средствами для глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь частей электрооборудования, находящихся под напряжением.
- См. Американский национальный стандарт ANSI/ASC Z49.1 «*Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*», опубликованный Американским обществом по сварке (AWS), 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126, и стандарты по технике безопасности и охране здоровья Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA) 29 CFR 1910, имеющиеся в Отделе печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ПАМЯТКУ

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS для электродов из углеродистой и низколегированной стали и флюсов для электрошлаковой сварки

A08 Данное приложение не является частью документа ANSI/AWS A5.25/5.25M-97 (R2003), *Электроды из углеродистой и низколегированной стали и флюсы для электрошлаковой сварки. Технические условия* и включено только для информации.)

A1 Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов и флюсов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование настоящих технических условий. Ссылки на соответствующие технические условия основного металла приводятся там, где это возможно и может быть полезно. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2 Система классификации

A2.1 Классификация электродов. Используемая в данных технических условиях система классификации электродов соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Буква "E" в начале каждого классификационного обозначения обозначает электрод. Остальная часть обозначения характеризует химический состав электрода или, в случае композиционных электродов с металлической сердцевиной, химический состав металла шва, полученного при использовании определенного флюса. См. рис. A1.

Буква "M" указывает на средний уровень содержания марганца в составе сплошного электрода, а буквой "H" обозначается высокий уровень содержания марганца. Одна или две цифры, следующие после символа содержания марганца, указывают на номинальное содержание углерода в электроде. Буква "K", которая может встретиться в некоторых обозначениях, указывает на то, что электрод выполнен из плавки раскисленной кремнием стали. После обозначения сплошной проволоки следует индекс "EW". Сплошные электроды классифицируются только на основе их химического состава, как указано в табл. 1 настоящих технических условий. Композиционный электрод обозначается комбинацией "WT", следующей после буквы "E", и числовым индексом. Понятие «состав композиционного электрода» не имеет значения, поэтому пользователям предоставляют данные о составе металла (табл. 2), наплавленного в сочетании с конкретным флюсом, а не о составе электрода.

Сравнение классов сплошных электродов в настоящих технических условиях с их классами в других технических условиях представлено в табл. A1.

A2.2 Классификация флюсов. Флюсы классифицируют на основе механических свойств металла шва, полученного с их применением в сочетании

с определенным классом электрода при определенных условиях испытаний, которые оговариваются в настоящих технических условиях.

В качестве примеров рассмотрим следующие классификационные обозначения флюсов:

FES60-EH14-EW

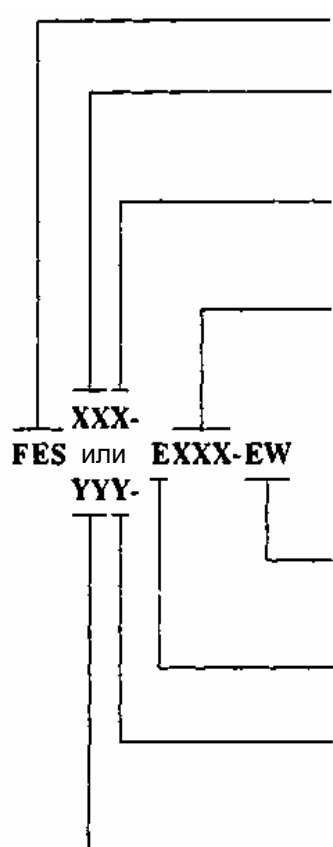
FES72-EWT2

Комбинация букв "FES" обозначает флюс для электрошлаковой сварки. В случае классификационного обозначения по стандарту A5.25, после этой комбинации идет одна цифра, которая указывает минимальное значение предела прочности на растяжение металла шва, выраженное в 10 000 фунтов/кв. дюйм (см. табл. 3); в случае обозначения по стандарту A5.25M после "FES" стоят две цифры (43, 48 или 55), выражающие минимальную величину предела прочности на растяжение в 10 МПа (см. табл. 3M).

Далее следует цифра или буква "Z". Она соответствует ударной вязкости металла шва. В частности, она обозначает температуру, при (или выше) которой металл шва обладает ударной вязкостью, равной или превышающей требуемое значение 15 футов • фунт-сила [20 Дж] при испытании образцов с V-образным надрезом по Шарпи (буква "Z" в этой позиции свидетельствует о том, что в табл. 4 требования к ударной вязкости не оговариваются). После обозначений механических свойств следуют обозначения электрода, используемого при классификации флюса (см. табл. 1 и 2). Символы после дефиса (EM12-EW, EH10K-EW, EWT2 и т. д.) относятся к классу электрода, с которым будет применяться данный флюс при наплавлении металла шва, удовлетворяющего установленным требованиям к механическим свойствам при проведении испытания, которые приведены в технических условиях.

Следует отметить, что флюс, фигурирующий под любым конкретным торговым обозначением, может относиться одновременно к нескольким классам. Их количество ограничено только числом различных классов электродов, в сочетании с которыми данный флюс отвечает классификационным требованиям. Маркировка на упаковке флюса указывает, по крайней мере, один, или все классы, под которые подпадает данный флюс. Сплошные электроды, относящиеся к одному и тому же классу, взаимозаменяемы при использовании с конкретным флюсом; композиционные электроды с металлической сердцевиной могут и не обладать этой способностью. Однако следует отметить, что конкретные

РИС. А1 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ



Обозначает электрод для электрошлаковой сварки.

Указывает минимальный предел прочности на растяжение (с приращением 10 000 фунт/кв. дюйм) металла шва, наплавленного с применением флюса в сочетании с определенным электродом и испытанного в соответствии с положениями технических условий A5.25.

Указывает минимальную температуру, при которой металл шва отвечает вышеупомянутым требованиям по ударной вязкости (15 фут • фунт-сила) при испытании в соответствии с техническими условиями A5.25.

Характеризует химический состав металла, наплавленного с применением композиционного электрода с металлической сердцевиной в сочетании с определенным флюсом, или химический состав сплошного электрода.

Обозначает сплошной электрод (EW) для электрошлаковой сварки. Отсутствие этого обозначения указывает на композиционный электрод с металлической сердцевиной.

Обозначает электрод (E).

Указывает минимальную температуру, при которой для вышеупомянутого металла шва предельное значение ударной вязкости равно или превышает 20 Дж при испытании в соответствии с техническими условиями A5.25M.

Указывает минимальный предел прочности на растяжение (с приращением 10 МПа) металла шва, наплавленного с применением флюса в сочетании с определенным электродом и испытанного в соответствии с положениями технических условий A5.25M.

ТАБЛИЦА А1

СРАВНЕНИЕ КЛАССОВ ПО ТУ А5.25/А5.25М-97 И СХОДНЫХ КЛАССОВ, РАССМАТРИВАЕМЫХ В ДРУГИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ AWS, И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ISO

Классификационное обозначение по AWS	Сходные классы ^а						Рекомендуемое обозначение согласно стандарту ISO ^б
	A5.25/A5.25M	AWS A5.17	AWS A5.18	AWS A5.23	AWS A5.26	AWS A5.28	
EM5K-EW	-	-	ER70S-2	-	EGXXS-2	-	S2134
EM12-EW	-	EM12	-	-	-	-	S2000
EM12K-EW	-	EM12K	-	EM12K	-	-	S2010
EM13K-EW	-	EM13K	ER70S-3	-	EGXXS-3	-	S2030
EM15K-EW	-	EM15K	-	-	-	-	S2210
EH14-EW	-	EH14	-	-	-	-	S4200
EWS-EW	-	-	-	EW	-	-	S1000-W
EA3K-EW ^в	-	-	-	EA3	EGXXS-D2	ER80S-D2	S3020-A3
EH10K-EW	-	-	-	-	-	-	-
EH11K-EW	-	EH11K	ER70S-6	-	EGXXS-6	-	S3031

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Классы являются сходными, но не обязательно идентичными по химическому составу:
 ANSI/AWS A5.17, Электроды из углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом
 ANSI/AWS A5.18, Электроды и прутки из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа
 ANSI/AWS A5.23, Электроды из низколегированной стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом
 ANSI/AWS A5.26, Электроды из углеродистой и низколегированной стали для газозлектрической сварки
 ANSI/AWS A5.28, Электроды и прутки из низколегированной стали для дуговой сварки в среде защитного газа
- Документ Международного института сварки (IIW) XII-1232-91 (см. также п. А2.5).
- Новое обозначение класса EH10Mo-EW (см. стандарт AWS A5.25-91).

эксплуатационные (или рабочие) характеристики различных флюсов одного и того же класса могут различаться в том или ином отношении.

A2.3 Класс "G"

A2.3.1 Настоящие технические условия включают присадочные металлы классов ES-G-EW или EWTG. буква "G" обозначает, что данный присадочный металл относится к общему классу. Класс называется "общим", т.к. не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, распространяются и на него.

Цель создания данного класса состоит в том, чтобы иметь возможность классифицировать присадочные металлы, отличающиеся в том или ином отношении (например, химический состав) от всех прочих классов (в том смысле, что состав присадочного металла – в нашем примере – не соответствует составу, указанному для любого класса в технических условиях), в соответствии с настоящими техническими условиями. Таким образом обеспечивается возможность немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это также означает, что два присадочных металла, каждый из которых относится к классу "G", могут значительно отличаться друг от друга (например, по химическому составу).

A2.3.2 Запрос о введении нового класса присадочного металла

(a) Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса "G", производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой. Если производитель предпочитает использовать класс "G", Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

(b) Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. В запросе должны быть указаны переменные и их пределы для вводимого класса или модификации существующего. В запросе также указывается срок, к которому должен быть определен новый класс или изменен существующий.

(c) Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(1) Присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса.

(2) Подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса.

(3) Направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом.

(4) Подшивает оригинал запроса в дело;

(5) Вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

(d) Все необходимые действия по каждому запросу будут предприняты по мере возможности. В случае задержки ответа более чем на 12 месяцев секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, все еще находящиеся в работе по истечении 18 месяцев, считаются "невыполненными вовремя", и секретарь докладывает о них Председателю Комитета по присадочным металлам для принятия на контроль.

(e) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам. Другие публикации выполненных запросов остаются на усмотрение Американского общества по сварке (AWS).

A2.4 Термины «Не оговорено» и «Не требуется»

Само различие (но не обязательно величина этого различия), речь о котором шла выше, выражается в настоящих технических условиях формулировками «Не требуется» и «Не оговорено». Суть этих формулировок заключается в следующем:

Выражение «*Не оговорено*» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет о результатах некоторого конкретного испытания. Оно означает, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены.

Выражение «*Не требуется*» используется в тех разделах технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации присадочного металла (или сварочного флюса). Это выражение означает, что данное испытание не является обязательным, поскольку требования к испытанию (к результатам испытания) для данного класса не установлены.

Иначе говоря, если конкретное требование не установлено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание для того, чтобы отнести присадочный металл к определенному классу. Если покупатель желает получить результаты такого испытания с тем, чтобы рассмотреть возможность конкретного применения данного изделия этого класса, он должен оговорить возможность получения указанной информации от поставщика изделия. Покупатель должен также согласовать с поставщиком методику приемочных испытаний и требования к результатам этих испытаний. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (с помощью стандарта ANSI/AWS A5.01) в заказ на поставку.

A2.5 Международный Институт Сварки (IIW) в настоящее время разрабатывает международную систему обозначения для сварочных присадочных металлов для использования в последующих изданиях технических условий, которые будут выпущены Международной организацией по стандартам (ISO). В табл. A1 приведены рекомендуемые обозначения для различных типов присадочных металлов. Согласно этой системе, буква "S" в начале обозначения указывает на проволоку из мягкой или низколегированной стали; затем следует четырехзначное число. Если присадочный металл представляет собой проволоку с металлической сердцевиной, в первой позиции будет стоять буква "C" в случае проволоки с флюсовой сердцевиной – "T."

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных по данным техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом ANSI/AWS A5.01, как оговорено в данном документе.

Любое испытание, проведения которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями ANSI/AWS A5.01. В случае отсутствия подобных указаний в заказе на поставку поставщик вправе поставить материал, прошедший испытания, которые обычно проводятся для материала данного класса, как оговорено в табл. 1 Спецификации F документа ANSI/AWS A5.01. Испытание в соответствии с любой другой спецификацией в данной таблице должно быть специально оговорено в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала должна соответствовать приведенным требованиям.

A4. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или класс на самом изделии, поставщик (производитель) удостоверяет соответствие изделия всем требованиям данных технических условий.

Единственным безоговорочным требованием в отношении испытаний при такой сертификации является фактическое проведение производителем испытаний, требуемых согласно техническим условиям, в отношении представительной выборки поставляемого материала и соответствие результатов этих испытаний требованиям технических условий.

Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса, имеющая одинаковый состав. «Сертификация» не подразумевает, что испытания любого рода были обязательно проведены на образцах материала поставки. Испытания этого материала не обязательно были проведены. Основанием для удостоверения соответствия техническим условиям является классификационное испытание «представительной выборки», определение которой дано выше, и «Программа производителя по обеспечению качества» стандарта ANSI/AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (c) интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;

(e) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1 (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A6. Аспекты сварки

A6.1 Электрошлаковая сварка – это процесс слияния металлов с расплавленным шлаком, который осуществляет нагрев присадочного металла и свариваемых поверхностей заготовки.

Процесс инициируется зажиганием дуги под слоем гранулированного флюса. Затем дуга гасится электропроводным шлаком, который поддерживается в расплавленном состоянии за счет собственного сопротивления электрическому току, протекающему от электрода к заготовке. Экранирование сварочной ванны осуществляется с помощью шлака, который в ходе сварки полностью закрывает поперечное сечение соединения. Сварка соединения обычно выполняется за один проход.

A6.2 Количество теплоты, которое выделяется на сопротивлении току, проходящему через расплавленный шлак, достаточно, чтобы расплавить кромки заготовки и сварочный электрод. Благодаря отсутствию дуги процесс сварки протекает спокойно, без разбрызгивания. Жидкий металл, образующийся при плавлении присадочного и основного металлов, собирается в сварочной ванне под шлаком и медленно затвердевает, формируя шов.

A6.3 Ввиду необходимости удерживать большой объем расплавленного шлака и металла шва, образующихся при электрошлаковой сварке, этот метод применяется при сварке в вертикальной позиции. Обычно по обе стороны соединения находятся водоохлаждаемые или сплошные медные колодки, которые ограничивают сварочную и электрошлаковую ванну и служат формой для охлаждения и формирования поверхностей шва. Такие медные колодки перемещаются вверх по поверхностям листа в ходе сварки.

A6.4 Весь узел – включая электрод, медные колодки, механизм подачи проволоки, органы управления и генератор – при сварке перемещается в вертикальном направлении. Величина вертикального перемещения не ограничена и зависит от конструкции применяемого оборудования.

Благодаря равномерному распределению тепла по толщине листа во время сварки, в швах, полученных электрошлаковой сваркой, практически отсутствуют осевая и поперечная деформация; однако, соединение может давать усадку. Поверхностный контур шва находится в функциональной зависимости от сварочного напряжения, тока и глубины электрошлаковой ванны. Металл шва обычно на 30–50 % состоит из основного металла.

A6.5 Стандартная подготовка соединения под сварку предполагает разделку без скоса кромок стыкового шва. Возможны и другие варианты подготовки.

A6.6 При электрошлаковой сварке плавящимся мундштуком используется металлическая направляющая трубка (мундштук), которая проходит по всей длине сварного соединения и переносит электрод в зону сварки. Формы и все механизмы подачи проволоки остаются неподвижными, единственной движущейся частью является электрод. Мундштук расплавляется в сварочной ванне по мере подъема ее уровня, что обеспечивает дополнительное количество присадочного металла.

В некоторых случаях мундштук покрывают флюсом для его изоляции от основного металла или медных колодок. Покрытие также способствует пополнению количества флюса, который затвердевает на поверхности медных колодок, формирующих профиль шва. Таким образом, флюсовое (шлакообразующее) покрытие способствует поддержанию расплавленного шлака на достаточном уровне для того, чтобы осуществлять нагрев сопротивлением и защиту сварочной ванны от загрязнения в результате контакта с атмосферой. Конкретные рекомендации о применении плавящихся мундштуков можно получить у производителя.

Основное воздействие плавящихся мундштуков заключается в растворении легирующих элементов металла шва. Плавящиеся мундштуки не классифицируются согласно настоящим техническим условиям; поэтому испытания металла шва на прочность и вязкость должны проводиться пользователем.

A6.7 Согласно настоящим техническим условиям, для классификации следует использовать строго определенные основные металлы. Это не создает ограничений в отношении применимости данного процесса для соединения других основных металлов, а, скорее, является средством получения воспроизводимых результатов. Электрошлаковая сварка представляет собой процесс с «сильным растворением», под которым подразумевается то обстоятельство, что значительную часть металла шва составляет основной металл. Тип основного металла, особенно широкий диапазон применяемых низколегированных конструкционных сталей, оказывает влияние на механические свойства и другие характеристики соединения. Чтобы оценить характеристики сварных швов в определенных условиях эксплуатации, следует провести квалификационные испытания процедур сварки, а не квалификационные испытания присадочного металла.

A6.8 Электрошлаковая сварка обеспечивает высокое наплавление для толстолистовых металлов. Поскольку обычно такая сварка выполняется в один проход, металл шва и зона термического влияния (HAZ) не должны подвергаться повторным термическим циклам сварки, как это обычно бывает при дуговой многопроходной сварке толстолистовых металлов. Металл шва характеризуется крупными нерафинированными дендритами. Относительно широкая зона термического влияния отличается крупнозернистостью. Поэтому механические свойства шва и HAZ в состоянии непосредственно после сварки могут быть несколько ниже, чем свойства основного металла.

Требования к ударной вязкости при заданной температуре согласно настоящим техническим условиям составляют 15 фут • фунт-сила [20 Дж], в то время как большинство стандартов AWS устанавливают предел в 20 фут • фунт-сила [27 Дж]. Значительного улучшения механических свойств можно добиться с помощью послесварочной термической обработки. В отношении снятия напря-

жений при электрошлаковой сварке термическая обработка является менее эффективной, нежели в случае дуговой сварки. По этой причине многие стандарты предусматривают термическую обработку для получения аустенитной структуры или нормализации металла.

Все вышеупомянутые виды послесварочной термической обработки (а именно, снятие напряжений при субкритических температурах, аустенизация, нормализация) могут оказывать значительное влияние на механические свойства металла шва — прочность и ударную вязкость образца с V-образным надрезом по Шарпи. В состоянии после термической обработки, прочность металла шва слоя может быть ниже чем непосредственно после сварки. Поэтому пользователю рекомендуется проводить эксплуатационные испытания с тем, чтобы оценить воздействие термической обработки на конечные механические свойства металла шва.

A7. Отмененные классы

В течение срока действия настоящих технических условий были отменены следующие классы:

Отмененный класс	Год публикации
EH10Mo-EW	1991
EWT4	1991

A8. Информация по технике безопасности

A8.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и сопутствующих им процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабочие поверхности. Эти факторы могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующих мер предосторожности. Рабочие должны носить защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Следует надевать высокие сапоги или кожаные гетры и огнеупорные перчатки. Штанины следует выпускать поверх голенищ обуви. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборам для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве должны использоваться затычки для ушей во избежание попадания брызг в ушной канал в сочетании с защитными очками (или их эквивалентом) для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть пятен смазки или масла. В карманах не должно быть горючих веществ. В случае попадания какого-либо горючего вещества на одежду она должна быть заменена на чистую огнеупорную одежду перед работой с открытыми дугами или огнем. Должны использоваться фартуки, рукава типа пелерины и наплечники с нагрудниками, предназначенные для сварочных работ. Если имеет место сварка или резка необычно толстого основного металла, следует применять дополнительные металлические щиты для повышенной защиты.

Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью. Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или другими средствами защиты, рассмотренными в предыдущем абзаце. Прежде чем покинуть рабочую зону, следует маркировать горячие заготовки, чтобы предупредить окружающих об опасности. Не разрешается ремонтировать или отсоединять электрическое оборудование, находящееся под нагрузкой. Результатом отсоединения

под нагрузкой является искрение, что может вызвать ожоги и/или поражение электрическим током. (Примечание: Прикосновение к горячим частям оборудования, таким как электрододержатели, наконечники электрода и мундштуки, может явиться причиной ожогов. Поэтому следует одевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.)

Более подробная информация о средствах индивидуальной защиты содержится в следующих источниках.

(a) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).⁵

(b) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z41.1, *Защитная обувь*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).

(c) Американское общество по сварке (AWS). ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).⁶

(d) Управление США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA), *Свод федеральных норм*, Заглавие 29 – Труд, Глава XVII, Часть 1910. Вашингтон, округ Колумбия: Отдел печати Правительства США.

A8.2 Опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу, тем не менее, его можно избежать. Не следует прикасаться к токоведущим частям электрооборудования. Следует прочесть и принять к сведению инструкции и рекомендации по технике безопасности производителя. Источником опасности также является неправильная установка, заземление, эксплуатация и обслуживание электрического оборудования.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Провод, подсоединенный к изделию, не является заземляющим проводом. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельный вывод.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть плотными, чистыми и сухими. Ненадежные соединения могут перегреваться и даже расплавиться. Более того, они могут создавать опасные электрические дуги и искрение. Нельзя допускать скопления воды, смазки или грязи на штепселях и штепсельных розетках или частях электрооборудования. Влага может послужить проводником для электричества.

Во избежание поражения током рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные со-

единения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Следует избегать появления напряжения холостого хода. Напряжение холостого хода может суммироваться в случаях, когда несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько электрических агрегатов переменного тока. Суммирование напряжений усиливает тяжесть поражения электрическим током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить пострадавшего от провода под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию (CPR), как только будет устранен контакт с источником напряжения. В таких случаях необходимо вызвать врача и продолжать реанимацию до тех пор, пока дыхание не восстановится или не придет врач. Лечение электрических ожогов такое же, как и в случае с термическими; т.е. к пораженным участкам следует прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на область поражения следует наложить чистую сухую повязку, а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Необходимо следовать таким признанным стандартам по технике безопасности, как ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, и стандарт Национальной противопожарной ассоциации (NFPA) № 70, Национальный электротехнический кодекс.⁸

A8.3 Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, образующиеся при сварке из присадочных металлов и флюсов, металла основы и присутствующего на нем покрытия. Газы образуются в процессе сварки или в результате воздействия сварочного излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав этих дымов и газов зависит от состава присадочного металла и основного металла, процесса сварки, величины тока, длины дуги и других факторов.

Возможные последствия их продолжительного воздействия различны по тяжести: от раздражения глаз, кожи и дыхательных путей до более серьезных осложнений. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Дым может вызвать такие симптомы, как тошнота, головные боли, головокружение и отравление парами металла (литейная лихорадка). При использовании особо токсичных материалов существует вероятность более серьезных последствий для здоровья. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье. Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Для того чтобы избежать попадания дыма и газов в область дыхания и окружающее пространство, следует использовать достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы

⁵ Стандарты ANSI можно получить в Американском национальном институте стандартов по адресу: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036.

⁶ Стандарты AWS можно приобрести в Американском обществе по сварке по адресу: 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

⁷ Стандарты OSHA можно получить по адресу: U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

⁸ Документы NFPA можно получить в Национальной ассоциации противопожарной защиты по адресу: National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в ходе различных процессов сварки, можно получить в следующих источниках:

(a) Предельно допустимые нормы воздействия по OSHA можно найти в *Сборнике федеральных норм*, Заглавие 29 – Труд, Глава XVII, Часть 1910.

(b) Рекомендуемые предельно допустимые значения для дымов и газов приведены в документе *Предельно допустимые значения концентрации химических и физических веществ в среде рабочего помещения*, изданном Американской ассоциацией специалистов по промышленной гигиене (ACGIH).

(c) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке (AWS), опубликованы в отчете *Дымы и газы на месте проведения сварочных работ*.

A8.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы могут сопровождаться выделением лучистой энергии (излучением), вредной для здоровья. Необходимо ознакомиться с воздействием этой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (например, рентгеновские лучи) или не ионизирующей (например, ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение). Чрезмерное облучение может иметь различные последствия, например, ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности.

A8.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в пределах ограничений, предъявляемых при приемке, путем применения подходящего экранирования сварочной зоны.

A8.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависят от многих факторов, например, от сварочного процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и наличия покрытия, в том числе листового, на основном металле.

В результате некоторых процессов, как, например, контактная сварка и холодная сварка давлением, образуется незначительное количество излучения. Однако большинство дуговых сварок и процессов резки (за исключением дуговой сварки под флюсом при ее правильном применении), лазерная сварка и газовая сварка, резка и пайка твердым или мягким припоем могут сопровождаться выделением значительного количества неионизирующего излучения, что требует соблюдения необходимых мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(a) Допускается смотреть на сварочные дуги только через специальные сварочные фильтры, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности*. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве сварочных фильтров, а используются для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(b) Открытые участки кожи необходимо защитить соответствующими перчатками и одеждой, как установлено стандартом ANSI/ASC Z49.1 *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

(c) Следует избегать отражений от сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных отражений. (Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне).

(d) Следует использовать экраны, занавески или предусмотреть достаточное расстояние от проходов и переходов, чтобы защитить проходящих людей от облучения при сварке.

(e) Для дополнительной защиты от ультрафиолетового излучения сварочных дуг используются защитные очки с боковыми защитными щитками.

A8.4.3 Информацию по ионизирующему излучению можно получить в следующих источниках:

(a) Американское общество по сварке (AWS) AWS F2.1-78, *Рекомендуемые правила техники безопасности при сварке и резке электронным лучом*.

(b) Информация об изделии, предоставляемая производителем.

A8.4.4 Сведения о неионизирующем излучении можно найти в следующих источниках:

(a) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z 136.1, *Безопасное применение лазеров*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(b) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(c) Американское общество по сварке. ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке;

(d) Хинричс Дж.Ф. (Hinrichs J.F.) Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет. *Welding Journal* 57(1): 62–65, 1978;

(e) Маршалл У.Дж. (Marshall W.J.), Слиней Д.Х. (Sloney D.H.) и др. Уровни оптического излучения при воздушно-дуговой резке угольным электродом. *Welding Journal* 59(3): 43–46, 1980;

(f) Мосс К.Е. (Moss C.E.) и Мюррей У.Е. (Murray W.E.) Уровень оптического излучения при газовой сварке и кислородной резке. *Welding Journal* 58(9): 37–46, 1979;

(g) Мосс К.Е. (Moss C.E.) Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные занавески. *Welding Journal* 58(3): 69–75, 1979.

(h) Национальная служба технической информации. Защита от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.¹⁰

⁹ Документы ACGIH можно получить по адресу: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1330 Kemper Meadow Drive, Suite 600, Cincinnati, OH 45240-1634.

¹⁰ Документы NTIS можно получить в Национальной службе технической информации по адресу: National Technical Information Service, Springfield, VA 22161.

(i) Национальная служба технической информации. Меры защиты от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности воздействия ви-*

димого излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке, на сетчатку глаза. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.

ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ И НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ГАЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.26/SFA-5.26M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.26/A5.26M-97 (R2003). В спорных случаях используется исходный вариант.)

A08

1 Область применения

Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов из углеродистой и низколегированной стали для газозлектрической сварки. Они распространяются на сплошные и композиционные электроды с металлической сердцевиной и флюсовой сердцевиной, применяемые в сочетании с внешним защитным газом, а также композиционные самоэкранирующиеся электроды с флюсовой сердцевиной, применяемые без внешней защиты.

ЧАСТЬ A – ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2 Классификация

2.1 Сплошные электроды, на которые распространяется действие настоящих технических условий, классифицируются на основе химического состава в соответствии с табл. 1, и механических свойств металла шва в соответствии с табл. 2 и 3.

2.2 Композиционные электроды с металлической и флюсовой сердцевиной, на которые распространяется действие настоящих технических условий, классифицируют в зависимости от необходимости подачи извне защитного газа (табл. 4), а также от химического состава и механических свойств металла шва, как показано в табл. 2, 3 и 4.

2.3 Электродам, отнесенным к одному классу, не может быть присвоен другой класс в рамках настоящих технических условий, за исключением случаев, рассмотренных в Прим. (а) к табл. 3.

2.4 Электроды, классифицированные согласно настоящим техническим условиям, предназначены для газозлектрической сварки, однако допускается их применение при любом другом способе сварки, для которого они будут признаны пригодными.

3 Приемка

Приемка¹ материалов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01 «Металлы присадочные. Руководство по поставке».²

4 Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и класс на упаковке или классификационное обозначение на самом изделии, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.³

5 Единицы измерения и правила округления

5.1 В данных технических условиях используются как единицы измерения, принятые в США, так и единицы Международной системы единиц (СИ). Значения в этих единицах не являются строго эквивалентными; поэтому каждая система должна использоваться независимо от другой, смешение их не допускается. В технических условиях с обозначением A5.26 используются единицы измерения, принятые в США. В технических условиях, обозначенных как A5.26M, приняты единицы СИ. Последние указаны в соответствующих столбцах таблиц или в квадратных скобках [] при использовании в тексте.

5.2 Для определения соответствия настоящим техническим условиям измеренное или расчетное значение предела прочности на растяжение и предела текучести следует округлять с точностью до ближайших 1000 фунтов/кв. дюйм [10 МПа], а другие значения – с точностью до «ближайшей единицы» в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29, *Результаты испытаний. Рекомендуемая методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*.⁴

ЧАСТЬ B – ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

6 Обзор испытаний

6.1 Обязательные классификационные испытания приведены в табл. 5. Цель этих испытаний заключается

¹ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в секции A3, (в Приложении) и в AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

² Стандарты AWS можно получить в Американском обществе по сварке по адресу: American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях на соответствие данным требованиям см. в секции A4, (в Приложении).

⁴ Стандарты ASTM можно получить по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ СПЛОШНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Классификаци- онное обозна- чение по AWS ^c	Номер по UNS ^d	Содержание, в % по массе ^{a, b}											Общее со- держание других эле- ментов
		C	Mn	S	P	Si	Ni	Mo	Cu ^e	Ti	Zr	Al	
EGXXS-1	K01313	0,07–0, 19	0,90–1,40	0,035	0,025	0,30–0,50	–		0,35	–			0,50
EGXXS-2	K10726	0,07	0,90–1,40	0,035	0,025	0,40–0,70	–	–	0,35	0,05–0,15	0,02–0,12	0,05–0,15	0,50
EGXXS-3	K11022	0,06–0,15	0,90–1,40	0,035	0,025	0,45–0,75	–	–	0,35	–	–	–	0,50
EGXXS-5	K11357	0,07–0, 19	0,90–1,40	0,035	0,025	0,30–0,60	–	–	0,35	–	–	0,50–0,90	0,50
EGXXS-6	K11140	0,06–0,15	1,40–1,85	0,035	0,025	0,80–1,15	–	–	0,35	–	–	–	0,50
EGXXS-D2	K10945	0,07–0,12	1,60–2,10	0,035	0,025	0,50–0,80	0,15	0,40–0,60	0,35	–	–	–	0,50
EGXXS-G	–						Не оговорено ^f						

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Присадочный металл должен анализироваться на наличие элементов, значения для которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов (кроме железа) в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значения, указанного в последнем столбце данной таблицы – «Общее содержание других элементов».

b. Единичное значение является максимальным.

c. В позиции символов "XX", приведенных в столбце классификационных обозначений по AWS в данной таблице, вписывают цифры, указывающие уровень предела прочности на растяжение (см. табл. 2 и 2M) и предела текучести металла шва (см. табл. 3 и 3M).

d. Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.

e. Величина предельного содержания меди включает любые медные покрытия, которые могут присутствовать на электроде.

f. Химический состав должен быть указан в протоколе; требования устанавливаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 2

**A5.26 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ
НА РАСТЯЖЕНИЕ
(НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)**

Классификационное обозначение по AWS A5.26 ^a	Предел прочности на растяжение, фунт/кв. дюйм	Предел текучести ^b , фунт/кв. дюйм, не менее	Относительное удлинение ^b в %, не менее
EG6ZX-X	от 60 000		
EG60X-X	до	36 000	24
EG62X-X	80 000		
EG7ZX-X	от 70 000		
EG70X-X	до	50 000	22
EG72X-X	95 000		
EG8ZX-X	от 80 000		
EG80X-X	до	60 000	20
EG82X-X	100 000		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Буквы "X-X" в столбце классификационных обозначений по AWS A5.26 в данной таблице заменяются, соответственно, буквами "S" или "T" (в зависимости от того, является ли электрод сплошным или композиционным) вместо первого "X" и символами "1, 2, 3, 5, 6, D2, Ni1, NM2, W или G" (химический состав и тип защитного газа; только для композиционных электродов) вместо второго "X".
- б. Предел текучести при смещения по оси деформации 0,2 % и относительное удлинение на расчетной длине 2 дюйма.

ТАБЛИЦА 2М

**A5.26M ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ
НА РАСТЯЖЕНИЕ
(НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)**

Классификационное обозначение по AWS A5.26 ^a	Предел прочности на растяжение, МПа	Предел текучести ^b , МПа, не менее	Относительное удлинение ^b в %, не менее
EG43ZX-X	от 430		
EG432X-X	до	250	24
EG433X-X	550		
EG48ZX-X	от 480		
EG482X-X	до	350	22
EG483X-X	650		
EG55ZX-X	от 550		
EG552X-X	до	410	20
EG553X-X	700		

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Буквы "X-X" в столбце классификационных обозначений по AWS A5.26M в данной таблице заменяются, соответственно, буквами "S" или "T" (в зависимости от того, является ли электрод сплошным или композиционным) вместо первого "X" и символами "1, 2, 3, 5, 6, D2, Ni1, NM2, W или G" (химический состав и тип защитного газа) вместо второго "X".
- б. Предел текучести при смещения по оси деформации 0,2 % и относительное удлинение на расчетной длине 50 мм.

ТАБЛИЦА 3

**A5.26 ТРЕБОВАНИЯ К УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ^a
(ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА УДАР
НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)**

Классификационное обозначение по AWS A5.26 ^a	Средняя ударная вязкость ^b , (фут • фунт-сила), не менее
EG6ZX-X	
EG7ZX-X	Не оговорено
EG8ZX-X	
EG60X-X	
EG70X-X	20 при 0 °F
EG80X-X	
EG62X-X	
EG72X-X	20 при -20 °F
EG82X-X	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Комбинированный электрод, отвечающий требованиям к ударной вязкости при заданной температуре, соответствует также аналогичным требованиям при более высоких температурах, указанных в данной таблице. Таким образом, EGX2X-X можно классифицировать еще и как EGX0X-X, а EGXZX-X и EGX0X-X – как EGXZX-X.
- б. При подсчете ударной вязкости наибольшее и наименьшее из пяти результатов испытаний не должны приниматься во внимание. Два из оставшихся трех значений могут равняться или превышать 20 фут • фунт-сила, а одно из трех может быть ниже этой величины, но не ниже 15 фут • фунт-сила. Среднее из трех значений не должно быть менее заданного 20 фут • фунт-сила.

ТАБЛИЦА 3М

**A5.26M ТРЕБОВАНИЯ К УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ
(ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА УДАР
НЕПОСРЕДСТВЕННО ПОСЛЕ СВАРКИ)^a**

Классификационное обозначение по AWS A5.26 ^a	Средняя ударная вязкость ^b , (Дж), не менее
EG43ZX-X	
EG48ZX-X	Не оговорено
EG55ZX-X	
EG432X-X	
EG482X-X	27 при -20 °C
EG552X-X	
EG433X-X	
EG483X-X	27 при -30 °C
EG553X-X	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Комбинированный электрод, отвечающий требованиям к ударной вязкости при заданной температуре, соответствует также аналогичным требованиям при более высоких температурах, указанных в данной таблице. Таким образом, EGXX3X-X можно классифицировать еще и как EGXX2X-X, а EGXXZX-X и EGXX2X-X – как EGXXZX-X.
- б. При подсчете ударной вязкости наибольшее и наименьшее из пяти результатов испытаний не должны приниматься во внимание. Два из оставшихся трех значений могут равняться или превышать 27 Дж, а одно из трех может быть ниже 27 Дж, но не ниже 20 Дж. Среднее из трех значений должно быть не менее установленного уровня 27 Дж.

ТАБЛИЦА 4

**ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО
КОМПОЗИЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ С ФЛЮСОВОЙ И МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СЕРДЦЕВИНОЙ**

Классификационное обозначение по AWS ^в			Содержание, в % по массе ^{а, б}												Общее содержание других элементов
A5.26	A5.26M	Номер по UNS ^г	Защитный газ	C ^д	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Cu	V		
EG6XT-1	EG43XT-1	W06301	Нет	(е)	1,7	0,03	0,03	0,50	0,30	0,20	0,35	0,35	0,08	0,50	
EG7XT-1	EG48XT-1	W07301	Нет	(е)	1,7	0,03	0,03	0,50	0,30	0,20	0,35	0,35	0,08	0,50	
EG8XT-1	EG55XT-1	-	Нет	(е)	1,8	0,03	0,03	0,90	0,30	0,20	0,25–0,65	0,35	0,08	0,50	
EG6XT-2	EG43XT-2	W06302	CO ₂	(е)	2,0	0,03	0,03	0,90	0,30	0,20	0,35	0,35	0,08	0,50	
EG7XT-2	EG48XT-2	W07302	CO ₂	(е)	2,0	0,03	0,03	0,90	0,30	0,20	0,35	0,35	0,08	0,50	
EGXXT-Ni1	EGXXXT-Ni1	W21033	CO ₂	0,10	1,0–1,8	0,03	0,03	0,50	0,70–1,10	–	0,30	0,35	–	0,50	
EGXXT-NM1	EGXXXT-NM1	W22334	Ar/CO ₂ или CO ₂	0,12	1,0–2,0	0,02	0,03	0,15–0,50	1,5–2,0	0,20	0,40–0,65	0,35	0,05	0,50	
EGXXT-NM2	EGXXXT-NM2	W22333	CO ₂	0,12	1,1–2,1	0,03	0,03	0,20–0,60	1,1–2,0	0,20	0,10–0,35	0,35	0,05	0,50	
EGXXT-W	EGXXXT-W	W20131	CO ₂	0,12	0,50–1,3	0,03	0,03	0,30–0,80	0,40–0,80	0,45–0,70	–	0,30–0,75	–	0,50	
EGXXT-G	EGXXXT-G	-	Не оговорено ^е												

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Металл шва следует проанализировать на наличие элементов, значения содержания которых указаны в этой таблице. При обнаружении других элементов (кроме железа) в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание не должно превышать значения, указанного в последнем столбце данной таблицы – «Общее содержание других элементов».
- Единичное значение является максимальным.
- В позиции символов "XX" или "XXX", приведенных в столбце классификационных обозначений по AWS в данной таблице, вписывают цифру(-ы), указывающую(-ие) уровень предела прочности на растяжение (см. табл. 2 и 2M) и предела текучести металла шва (см. табл. 3 и 3M). Отдельно стоящая буква "X" в этом столбце относится к ударной вязкости (см. табл. 3 и 3M).
- Унифицированная система числового обозначения SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- Диапазон содержания углерода для этих классов не установлен, тем не менее, содержание углерода следует определить и указать в протоколе.
- Химический состав должен быть указан в протоколе; требования устанавливаются по соглашению между покупателем и поставщиком.

в определении химического состава, механических свойств и наличия дефектов в металле шва. Основной металл для испытательного узла, методика сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в пп. 8–12.

7. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают установленным требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторного испытания могут быть отобраны как из исходного испытательного узла, так и из одного или двух новых испытательных узлов. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании.

Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данного класса.

В случае, если во время подготовки или после завершения испытания определено установлено, что рекомендованные или надлежащие методики не были соблюдены при подготовке испытательного узла или испытательных образцов, или при проведении испытания, испытание признается недействительным, независимо от того, было ли испытание фактически заверше-

но, или соответствовали ли результаты испытания установленным требованиям. Такое испытание следует повторить, следуя рекомендованным методикам. В этом случае требование об удвоении числа испытательных образцов не действует.

8. Испытательные сварные узлы

8.1 Требуется по крайней мере один испытательный сварной узел; могут также потребоваться два таких узла (в зависимости от вида электрода, сплошного или композиционного, и способа отбора образцов для химического анализа), как определено в табл. 5. Эти узлы характеризуются следующим образом.

(a) Шов с разделкой кромок, показанный на рис. 1, – для определения механических характеристик и бездефектности металла шва для композиционных и сплошных электродов.

(b) Слиток из металла шва, показанный на рис. 2, для проведения химического анализа металла шва, наплавленного композиционными электродами.

В случае композиционных электродов образец для химического анализа может быть отобран из шва с разделкой кромок (рис. 1) или из суженного сечения образца, разрушенного при испытании на растяжение, что снимает необходимость изготовления слитка. В спорных случаях арбитражным считается метод слитка.

ТАБЛИЦА 5
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификационное обозначение по AWS*		Химический анализ		Радиографический контроль	Испытание на растяжение	Испытание на удар
A5.26	A5.26M	Электрод	Металл шва			
Сплошные электроды						
EG6ZS-X	EG43ZS-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
EG60S-X	EG432S-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG62S-X	EG433S-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG7ZS-X	EG48ZS-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
EG70S-X	EG482S-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG72S-X	EG483S-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG8ZS-X	EG55ZS-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
EG80S-X	EG552S-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG82S-X	EG553S-X	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется
Композиционные электроды с флюсовой и металлической сердцевиной						
EG6ZT-X	EG43ZT-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
EG60T-X	EG432T-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG62T-X	EG433T-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG7ZT-X	EG48ZT-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
EG70T-X	EG482T-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG72T-X	EG483T-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG8ZT-X	EG55ZT-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
EG80T-X	EG552T-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
EG82T-X	EG553T-X	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется

ПРИМЕЧАНИЯ:

* В столбце классификационных обозначений по AWS в данной таблице символ "-X" соответствует "1, 2, 3, 5, 6, D2, Ni1, NM1, NM2, W и G" (требования к защитному газу и химическому составу)

8.2 Подготовка каждого испытательного узла производится согласно указаниям пп. 8.3 и 8.4. Основной металл каждого узла должен отвечать требованиям табл. 6 и соответствующих технических условий ASTM, указанных в данной таблице, или требованиям эквивалентных им технических условий. Испытания узлов должны проводиться согласно пп. 9.2, 9.3 и пп. 10–12.

8.3 Определение механических свойств и бездефектности швов с разделкой кромок. Подготовка и сварка испытательного узла должны выполняться в соответствии с рис. 1 с использованием основного металла подходящего типа из указанных в табл. 6. Испытание данного узла проводят в соответствии с требованиями пп.10–12. Узел следует испытывать непосредственно после сварки.

8.4 Слиток из металла шва. Подготовка слитка должна соответствовать указаниям рис. 2, кроме случаев, когда используется альтернативное решение согласно п. 8.1 (отбор образца из шва с разделкой кромок или из образца для испытания на растяжение).

9. Химический анализ

9.1 Образец сплошного электрода должен быть подготовлен для химического анализа. При проведении химического анализа сплошного электрода на содержание элементов, входящих в состав покрытия (например, омеднения), покрытие не удаляется. При анализе химического состава электрода на содержание

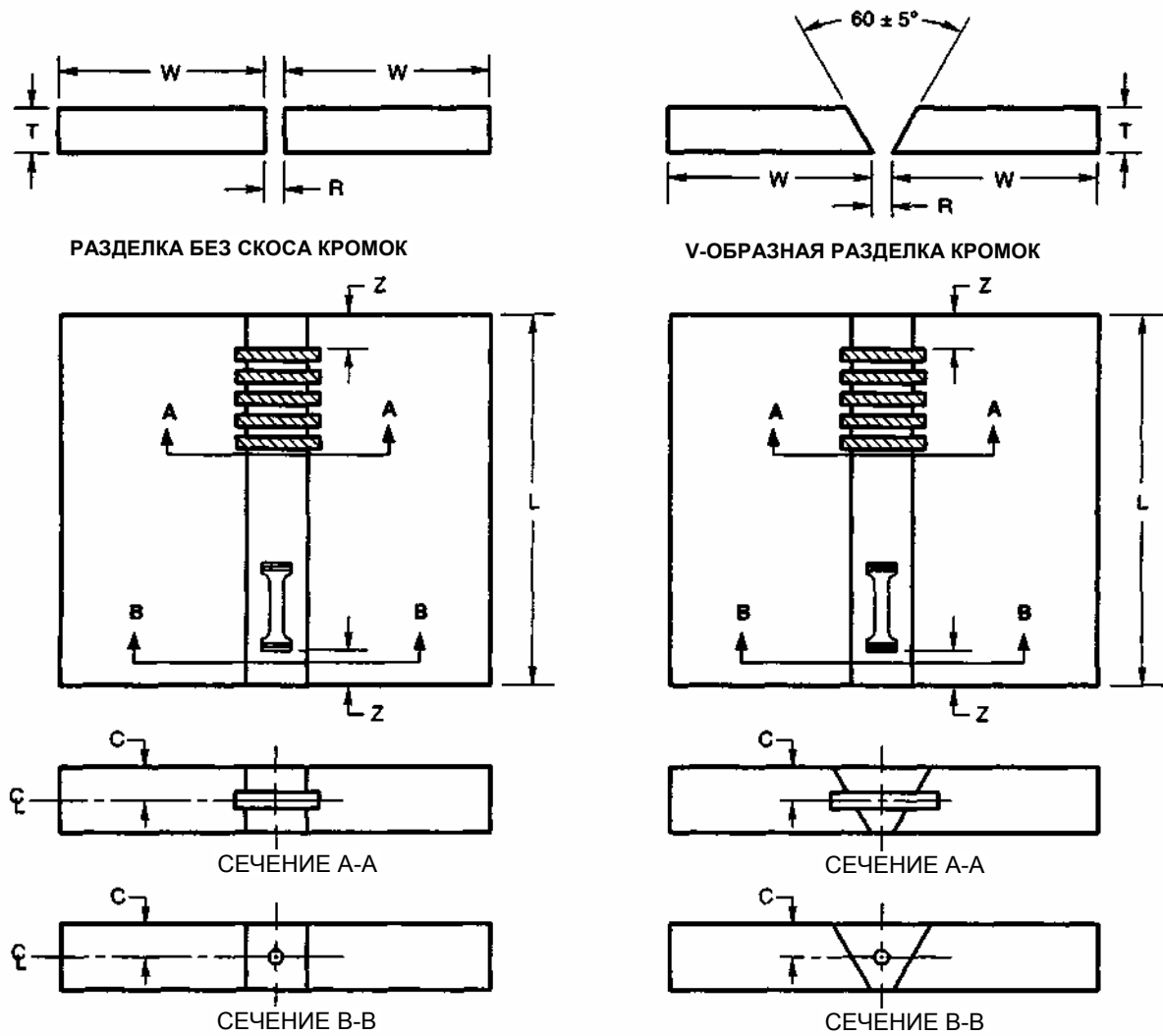
элементов, отсутствующих в покрытии, оно должна быть удалено, если его наличие может повлиять на результаты анализа.

9.2 Для композиционного электрода химическому анализу подвергают металл шва, а не металл самого электрода. Образец для анализа должен быть отобран из металла шва, наплавленного этим электродом (в сочетании с защитным газом, соответствующим классу электрода, если для него в принципе предусмотрена подача извне защитного газа). Образец получают из слитка (рис. 2) или из суженного сечения образца, разрушенного при испытании на растяжение (рис. 3), или из шва с разделкой кромок, показанного на рис. 1.

При использовании слитка его верхнюю поверхность (см. п. 8.4 и рис. 2) удаляют и отбраковывают, а образец для химического анализа отбирают любым подходящим механическим способом из нижележащего металла на расстоянии не менее 2 дюймов [50 мм] от начала и конца (кратера) слитка. Образец не должен содержать шлака.

Если образец отбирается из шва с разделкой кромок или из суженного сечения образца, разрушенного при испытаниях на растяжение, материал необходимо подготовить к анализу, пользуясь необходимыми механическими средствами. Образец из шва с разделкой кромок отбирается на расстоянии не менее 2 дюймов [50 мм] от начала и конца (кратера) шва.

**РИС. 1 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАЛИЧИЯ ДЕФЕКТОВ В МЕТАЛЛЕ**



(СМ. ПРИМЕЧАНИЯ НА СЛЕДУЮЩЕЙ СТРАНИЦЕ)

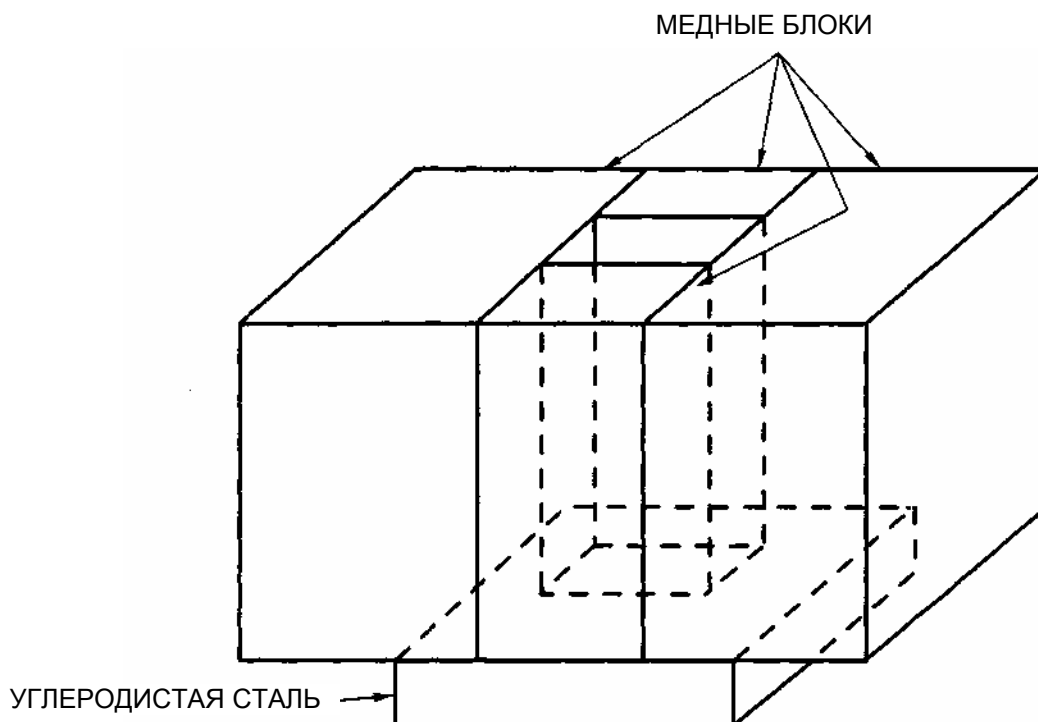
**РИС. 1 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ СО ШВОМ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАЛИЧИЯ ДЕФЕКТОВ В МЕТАЛЛЕ
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

Тип электрода	В среде защитного газа		В среде защитного газа		Самозкранирование	
Защитный газ	Ar-CO ₂		CO ₂		Нет	
Разделка кромок	Без скоса		Без скоса ^h		Без скоса	
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Размер электрода	5/64	2,0	3/32 или 1/8	2,4, 2,5 или 3,0	0,120	3,0
Размеры:						
L – длина, не менее	15	380	15	380	15	380
W – ширина, не менее	12	300	12	300	12	300
T – толщина	1	25	1	25	1	25
Z – обрезка, не менее	2-1/2	65	2-1/2	65	2-1/2	65
R – зазор между кромками	5/8	16	5/8 ^g	16 ^g	3/4	19
C – расстояние от центра образца	1/2	12,5	1/2	12,5	1/2	12,5
Сварочный ток при ПТЭП (сварка на постоянном токе при положительной полярности электрода):						
Ампер	400 ± 50		500 ± 50		650 ± 40 ^f	
Вольт	36 ± 2		36 ± 2		41 ± 2	
Скорость подачи проволоки	—		—		350 ± 20 ^f	

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Испытательный узел изготавливают сваркой в вертикальной позиции с направлением сварки снизу вверх.
- (b) Фиксация испытательного узла выполняется согласно рекомендациям производителя. Следует использовать водоохлаждаемые медные колодки, кроме случая сварки плавящимся мундштуком. В последнем случае следуйте рекомендациям производителя относительно применения водоохлаждаемых колодок. При водяном охлаждении температура отводимой воды не должна превышать 180 °F [80 °C] в области точки выхода.
- (c) Если производитель не выпускает электроды указанного размера, допускается применение электрода ближайшего к нему размера. В случае применения электродов нестандартных размеров следуйте рекомендациям производителя.
- (d) В зависимости от конструкции оборудования в качестве контрольного параметра используется скорость подачи проволоки или величина сварочного тока.
- (e) Температура испытательного узла в начале сварки должна быть равна температуре окружающей среды – т.е. не менее 65 °F [18 °C]. В процессе сварки внешний подвод тепла не осуществляется. Если длина узла сама по себе является достаточной для отбора образцов требуемого размера, нет необходимости применять технологические пластины в начале и конце шва.
- (f) Шов должен быть завершен за один проход.
- (g) Испытательный узел не подлежит послесварочной термической обработке.
- (h) Только для классов, для которых предусмотрена подача извне защитного газа, по выбору возможна V-образная разделка кромок. В спорных случаях арбитражным методом считается разделка без скоса кромок. Зазор между кромками (R) в случае разделки без скоса составит ⁵/₃₂ дюйма [4 мм].

РИС. 2 СЛИТОК ИЗ МЕТАЛЛА ШВА



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Слиток изготавливается дуговой сваркой в водоохлаждаемой медной форме с использованием условий сварки, как показано на рис. 1.
2. Слиток может иметь любую подходящую форму при условии обеспечения необходимой площади поперечного сечения металла шва (примерно 1 дюйм² [625 мм²]).
3. Слиток наплавляется на основании из углеродистой стали, размер которого позволяет избежать полного провара; а размер медной формы должен быть достаточным, чтобы предотвратить загрязнение слитка расплавленной медью.
4. Образец для химического анализа отбирается на расстоянии не менее 2 дюймов [50 мм] от дна слитка и не менее 2 дюймов [50 мм] от кратера.

ТАБЛИЦА 6

ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

Классификационное обозначение по AWS		
A5.26	A5.26M	Основной металл
EG6XT-X	EG43XT-X	ASTM A36
EG6XS-X	EG43XS-X	
EG7XT-X	EF48XT-X	ASTM A242 Тип 2 или A572 Марка 50
EG7XS-X	EG48XS-X	
EG8XT-X		ASTM A537 Класс 2, A572 Марка 60 или 65, либо A633 Марка E
EG8XS-X	EG55XT-X	
	EG55XS-X	
Исключениями из правил являются следующие классы:		
EGXXT-W	EGXXXT-W	ASTM A588

9.3 Химический анализ образца производится принятыми аналитическими методами. Арбитражным методом считается приведенный в стандарте ASTM E350, *Сталь углеродистая, низколегированная, кремнистая электротехническая, литое и сварочное железо. Методы химического анализа.*

9.4 Результаты химического анализа должны отвечать требованиям, приведенным в табл. 1 (для сплошных электродов) и в табл. 4 (для композиционных электродов) в соответствии с классом испытываемого электрода.

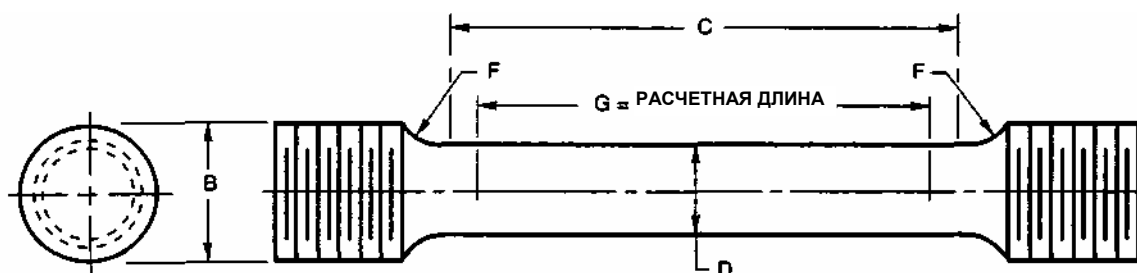
10. Радиографический контроль

10.1 Шов с разделкой кромок, рассмотренный в п. 8.3 и показанный на рис. 1, должен быть подвергнут радиографическому контролю для оценки бездефектности металла шва. Подготовка шва к радиографическому контролю включает механическую обработку или шлифование обеих поверхностей шва заподлицо с исходными поверхностями основного металла или с равномерным усилением шва, не превышающим по размеру 3/32 дюйма [2,5 мм]. Обе поверхности испытательного узла в зоне сварки должны быть достаточно гладкими, чтобы облегчить расшифровку радиографических снимков.

10.2 Радиографический контроль шва осуществляется в соответствии со стандартом ASTM E142, *Стандартный метод контроля качества радиографических испытаний.* Уровень качества контроля должен составлять 2-2T.

10.3 Металл шва отвечает требованиям к бездефектности, установленным в данных технических условиях, если радиографические снимки не выявляют:

РИС. 3 ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ



Размеры образца, дюйм					
D	G	C	B	F, не менее	Приблизительная площадь, дюйм ²
0,500 ± 0,010	2,000 ± 0,005	2-1/4	3/4	0,375	0,2
Размеры образца, мм					
D	G	C	B	F, не менее	Приблизительная площадь, мм ²
12,5 ± 0,2	50,0 ± 0,1	55	20	10	123

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Размеры G и C должны соответствовать показанным на рисунке, однако концы образца могут иметь любую форму, соответствующую форме зажимов испытательной установки, при условии сохранения осевой нагрузки.
2. Диаметр образца в пределах расчетной длины должен быть в центре немного меньше, чем на концах. Разность не должна превышать 1 % от величины диаметра.
3. Если для измерения предела текучести требуется экстензометр, размер C можно изменить. Но расчет относительного удлинения должен быть основан на размере G.
4. Чистовая обработка поверхности внутри размера C не должна быть грубее, чем 63 микродюйм [1,6 мкм].

(a) трещин, непроваров, и

(b) скругленных индикаторных следов, превышающих по размерам радиографические эталоны (рис. 4).

При оценке радиографических снимков отрезки шва длиной 2-1/2 дюйма [65 мм] от начала и конца испытательного узла не учитываются.

10.3.1 Скругленный индикаторный след – это след (на радиографическом снимке), длина которого превышает его ширину не более чем в три раза. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если таковой имеется.

10.3.2 Причиной появления индикаторного следа может быть пористость или шлаковые включения. Индикаторные следы, наибольший размер которых не превышает 1/64 дюйма [0,4 мм], не учитываются. Испытательные узлы с индикаторными следами, превышающими по размеру максимально допустимые по радиографическим эталонам, не отвечают требованиям данных технических условий.

11. Испытание на растяжение

11.1 Один образец металла шва для испытания на растяжение должен быть отобран механическим способом из шва с разделкой кромок, описанного в п. 8.3 и показанного на рис. 1. Размеры образца должны соответствовать рис. 3.

11.2 Образец должен быть испытан в соответствии с требованиями соответствующего раздела стандарта ANSI/AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*.

11.3 Результаты испытаний на растяжение должны отвечать требованиям, установленным в табл. 2U или 2M, в зависимости от случая.

12. Испытание на удар

12.1 Необходимо изготовить пять образцов с V-образным надрезом для испытания на ударную вязкость по Шарпи (см. рис. 5) путем механической обработки из испытательного узла, показанного на рис. 1, для классов, требующих в соответствии с табл. 5 проведения испытаний на удар. Пять образцов должны быть испытаны в соответствии с требованиями раздела стандарта ANSI/AWS B4.0, посвященного определению ударной вязкости. Температура и результаты испытания должны соответствовать указанным в табл. 3U или 3M, в зависимости от случая, для испытываемого класса.

12.2 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не учитываются. Два из оставшихся трех значений должны быть равными или превышать заданный уровень энергии в 20 фут • фунт-сила [27 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 15 фут • фунт-сила [20 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее установленного значения уровня энергии 20 фут • фунт-сила [27 Дж].

РАЗДЕЛ С – ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА**13. Способ изготовления**

Электроды и прутки, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

14. Стандартные размеры

Стандартные размеры электродов и прутков в различных формах упаковки (прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки) представлены в табл. 7.

15. Чистовая обработка и однородность

15.1 Все электроды должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения в композиционных электродах) инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства наплавленного металла шва.

15.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть изготовлен из одной партии материала, а сварные соединения, если они есть, должны быть выполнены таким образом, чтобы обеспечить равномерную непрерывную подачу электрода на автоматическом оборудовании.

15.3 Компоненты металлической сердцевины должны быть достаточно равномерно распределены по длине композиционного электрода, чтобы не ухудшать его рабочие характеристики и свойства металла шва.

15.4 На любой электрод из перечисленных в настоящих технических условиях может быть нанесено подходящее защитное покрытие.

16. Стандартные формы упаковки

16.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры и вес для различных форм упаковки приведены в табл. 8, а на рис. 6А и 6В показаны стандартные размеры катушек. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

16.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

16.3 Катушки должны быть иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию электродов при транспортировке в обычных условиях, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять электроды в чистоте.

17. Требования к намотке

17.1 Электроды должны быть намотаны без перекручивания, извивов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец присадочного металла (тот конец, с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить, и закрепить, чтобы предотвратить разматывание.

17.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и барабанах должна обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом оборудовании.

18. Маркировка электродов

18.1 На каждой бухте, катушке или барабане должна указываться информация об изделии и мерах предосторожности в соответствии с положениями п. 20, «Маркировка упаковок».

18.2 Бухты без бобин должны быть снабжены биркой, содержащей вышеупомянутую информацию и надежно закрепленной на внутреннем конце бухты.

18.3 В случае бухт с бобиной вышеупомянутая информация должна быть четко обозначена на видимом месте бобины.

18.4 У катушек указанная информация должна быть четко обозначена на видимом месте как минимум одного из фланцев.

18.5 В случае барабанов эта информация должна быть четко обозначена на видимом месте на боковой стороне барабана.

19. Упаковка

Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

20. Маркировка упаковок

20.1 На наружной стороне каждой единицы упаковки должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS с учетом любого необязательного дополнительного показателя, если он применим;

(c) Наименование поставщика и торговая марка;

(d) Размер и вес нетто (см. п. 6.1);

(e) Номер партии, контроля или плавки.

20.2 На все упаковки электродов, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку, должна быть разборчиво нанесена, как минимум, следующая информация о мерах предосторожности.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

ЗАЩИТИТЕ себя и окружающих. Прочтите и примите к сведению следующую информацию.

ДЫМ И ГАЗЫ могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ опасно для глаз и вызывает ожоги кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед использованием необходимо прочесть и принять к сведению инструкции производителя, сертификаты безопасности материалов (MSDS), а также правила техники безопасности, принятые на вашем предприятии.

- Держите голову вне потока дыма.
- Применяйте достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги для удаления дыма и газов из области дыхания и рабочего помещения.

- Пользуйтесь защитными средствами для глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь токоведущих частей электрооборудования.
- См. Американский Национальный Стандарт ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, опубликованный Американским обществом по сварке (AWS), 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126. и стандарты Управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA), *29 CFR 1910*, имеющиеся в Отделе печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ПАМЯТКУ

РИС. 4 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ

**(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

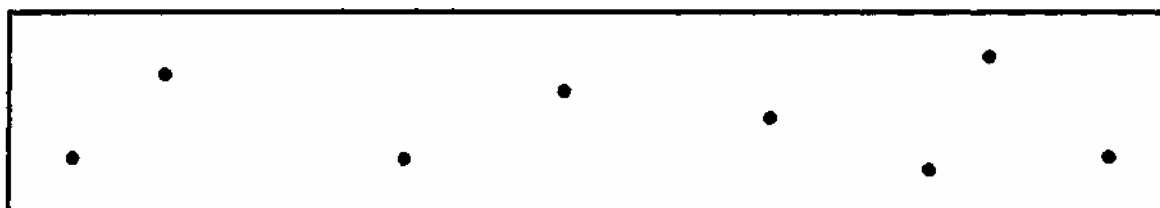
РАЗМЕР ОТ 1/64 ДО 1/16 дюйма [ОТ 0,4 ДО 1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ ИЛИ ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 18 СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО КРУПНЫХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ И/ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 3/64 ДО 1/16 дюйма [ОТ 1,2 ДО 1,6 мм] РАВНО 3.

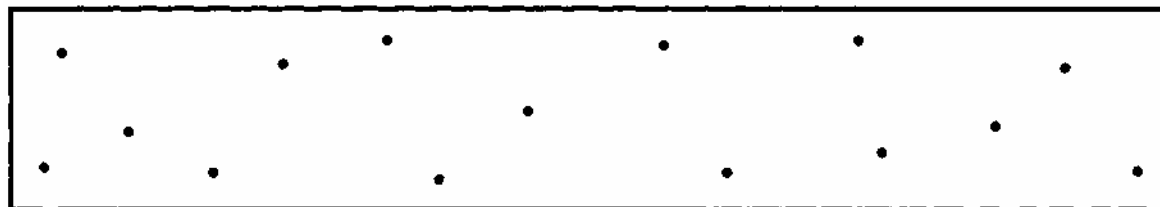
МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СРЕДНИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ/ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 1/32 ДО 3/64 дюйма [ОТ 0,8 ДО 1,2 мм] РАВНО 5.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО МЕЛКИХ СКРУГЛЕННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ ДИАМЕТРОМ ИЛИ/ИЛИ ДЛИНОЙ ОТ 1/64 ДО 1/32 дюйма [ОТ 0,4 ДО 0,8 мм] РАВНО 10.

**(В) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 3/64 ДО 1/16 дюйма [ОТ 1,2 ДО 1,6 мм] ПО ДИАМЕТРУ И/ИЛИ ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 8.

**(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

РАЗМЕР ОТ 1/32 ДО 3/64 дюйма [ОТ 0,8 ДО 1,2 мм] ПО ДИАМЕТРУ И/ИЛИ ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 15.

**(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ**

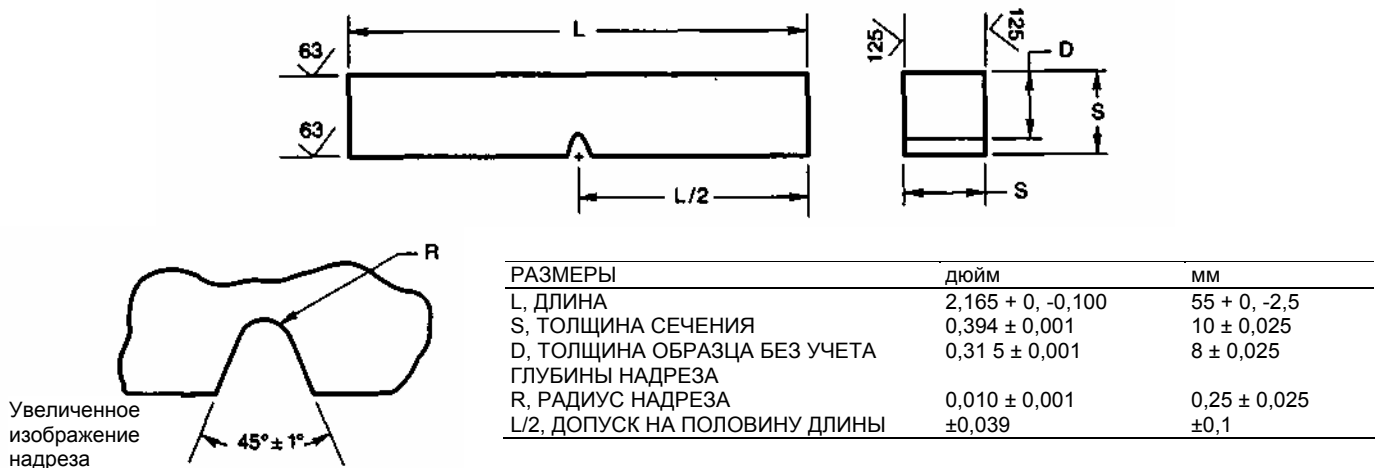
РАЗМЕР ОТ 1/64 ДО 1/32 дюйма [ОТ 0,4 ДО 0,8 мм] ПО ДИАМЕТРУ И/ИЛИ ДЛИНЕ.

МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ НА ЛЮБОМ ОТРЕЗКЕ ШВА ДЛИНОЙ 6 дюймов [150 мм] РАВНО 30.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
2. Поскольку данные испытательные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.
3. Скругленные индикаторные следы размером менее 1/64 дюйма [0,4 мм] не учитываются.

РИС. 5 ОБРАЗЕЦ С V-ОБРАЗНЫМ НАДРЕЗОМ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ ПО ШАРПИ



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм] и иметь чистоту обработки не менее 63 микродюймов [1,6 мкм]. Две другие поверхности должны быть перпендикулярны поверхности с надрезом и ударяемой поверхности с допуском ± 10 минут и иметь чистоту обработки поверхности не менее 125 микродюймов [3,2 мкм].
2. Надрез выполняют механическим способом так, чтобы он был достаточно гладким и перпендикулярным продольным краем образца с допуском 1 градус.
3. Геометрия надреза должна быть измерена, по крайней мере, у одного образца из пяти. Измерения должны проводиться с не менее чем 50-кратным увеличением на проекционно-контрольном приборе или на металлографическом микроскопе.
4. Правильное расположение надреза должно быть проверено травлением до или после механической обработки.
5. Если образец не ломается при ударе, в качестве значения поглощенной энергии удара указывается производительность испытательной машины и следом за ней знак (+).

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ*

Стандартные формы упаковки	A5.26			A5.26M		
	Диаметр, дюйм	Допуск		Диаметр, мм	Допуск	
		Сплошные, ± дюйм	С сердцевинной, ± дюйм		Сплошные, ± мм	С сердцевинной, ± мм
Бухты с бобиной	1/16	0,062	0,002	1,6	0,05	0,05
Бухты без бобины	5/64	0,078	0,003	2,0	0,05	0,08
Бараны и катушки	3/32	0,094	0,003	2,4	0,05	0,08
		0,120	0,003	2,5	0,05	0,08
	1/8	0,125	0,003	3,0	0,08	0,08
	5/32	0,156	0,003	3,2	0,08	0,08
				4,0	0,08	0,08

*Нестандартные размеры, допуски и формы упаковки подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.

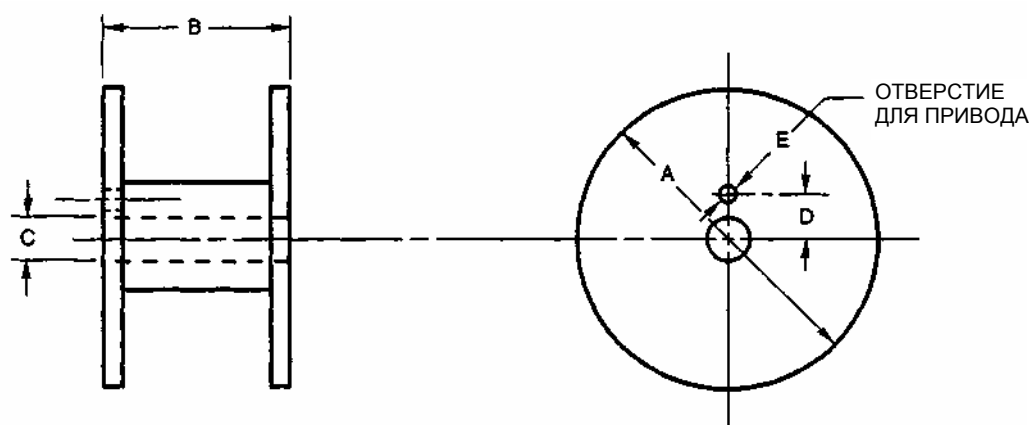
ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС УПАКОВКИ^а

Форма упаковки	Размер упаковки НД ^а		Вес нетто электрода ^б			
	дюйм	мм	фунт	кг		
Бухты без бобины	Не оговорено ^с		Не оговорено ^с			
Катушки	0,2	300	25, 30 и 35	10 и 15		
	14	360	50 и 60	20 и 25		
	22	560	250	100		
	24	610	300	150		
	30	760	600, 750 и 1000	250, 350 и 450		
Барабаны	15 ¹ / ₂	400	Не оговорено ^с			
	20	500	Не оговорено ^с			
	23	600	300 и 600	150 и 300		
Бухты с бобиной — стандартные размеры и вес ^а						
	Размеры бухты					
Размер электрода	Вес нетто бухты ^б		Внутр. диаметр вкладыша		Ширина намотки электродов	
	фунт	кг	дюйм	мм	дюйм, не более	мм, не более
Все	60 и 75	20, 25 и 30	12 ± ¹ / ₈	300 +3, -10	4 ⁵ / ₈	120
	150 и 200	75 и 100	23 ¹ / ₂ ± ¹ / ₄	600 +3, -10	5	125

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Нестандартные формы упаковки, размеры и вес подлежат согласованию между покупателем и поставщиком.
 б. Допуск на вес нетто должен составлять ±10 %.
 с. По соглашению между поставщиком и покупателем.
 д. НД — наружный диаметр.

РИС. 6А СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 12 и 14 дюймов [300 и 350 мм]



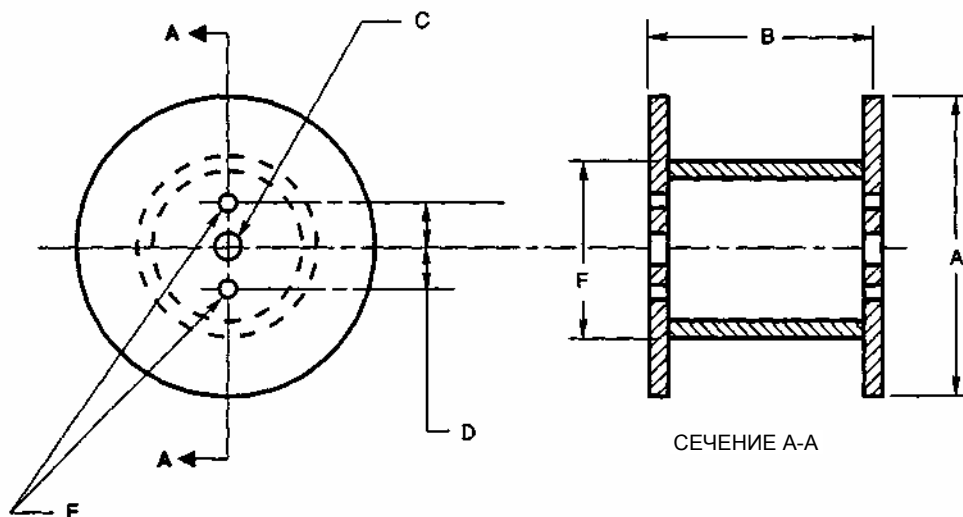
РАЗМЕРЫ

		Катушка 12 дюймов [300 мм]		Катушка 14 дюймов [350 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, не более	12	305	14	355
B	Ширина	$4,0 \pm 0,06$	$103 -3, +0$	$4,0 \pm 0,6$	$103 -3, +0$
C	Диаметр	$2,03 -0, +0,06$	$50,5 -0, +2,5$	$2,03 -0, +0,06$	$50,5 -0, +2,5$
D	Расстояние между осями	$1,75 \pm 0,02$	$44,5 \pm 0,5$	$1,75 \pm 0,02$	$44,5 \pm 0,5$
E	Диаметр (Прим. 3)	$0,44 + 0, -0,06$	$10 -0, +1$	$0,44 + 0, -0,06$	$10 -0, +1$

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Наружный диаметр цилиндрической части должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
3. На каждом фланце имеются отверстия, однако совмещать их нет необходимости.

РИС. 6В СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ ДИАМЕТРОМ 22, 24 и 30 дюймов [560, 610 и 760 мм]



РАЗМЕРЫ

		Катушки 22 дюйма [560 мм]		Катушки 24 дюйма [610 мм]		Катушки 30 дюймов [760 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, не более	22	560	24	610	30	760
B	Ширина, не более	12	305	13,5	345	13,5	345
C	Диаметр	1,31 +0,13, -0	35,0 ± 1,5	1,31 +0,13, -0	35,0 ± 1,5	1,31 +0,13, -0	35,0 ± 1,5
D	Расстояние между центрами отверстий	2,5 ± 0,1	63,5 ± 1,5	2,5 ± 0,1	63,5 ± 1,5	2,5 ± 0,1	63,5 ± 1,5
E	Диаметр (Прим. 3)	0,69 +0, -0,06	16,7 ± 0,7	0,69 +0, -0,06	16,7 ± 0,7	0,69 +0, -0,06	16,7 ± 0,7

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Наружный диаметр цилиндрической части (размер F) должен обеспечивать нормальную подачу присадочного металла.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
3. Два отверстия, имеющиеся на каждом фланце, должны быть совмещены с центральным отверстием.

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS для электродов из углеродистой и низколегированной стали для газозлектрической сварки

(Данное приложение не является частью ANSI/AWS A5.26/A5.26M-97(R2003), *Электроды из углеродистой и низколегированной стали для газозлектрической сварки. Технические условия*, и включено только для информации.)

A08

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов и флюсов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. В тех случаях, когда это удастся сделать и является полезным, приводится ссылка на соответствующий основной металл. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2. Система классификации

A2.1 Система классификационного обозначения электрода в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для классификации присадочных металлов (см. рис. A1). Буквы "EG" в начале обозначения каждого класса означают, что электрод предназначен для использования при газозлектрической сварке.

В A5.26 после букв стоят числа (6, 7 или 8), соответствующие минимальному пределу прочности металла сварного шва в единицах 10 000 фунтов/кв. дюйм. В A5.26M после букв "EG" стоят два числа (43, 48 или 55), соответствующие минимальному пределу прочности в единицах 10 МПа (см. таблицу 2M).

Далее следует число либо буква "Z." Число обозначает температуру, при которой (и/или выше которой) ударная вязкость металла шва в испытании с V-образным надрезом по Шарпи равна или превышает 20 футов•(фунт-сила) [27 Дж]. Буква "Z" обозначает, что требования к ударной вязкости не установлены.

Следующие буквы, "S" или "T", обозначают, сплошной электрод (S) или композиционный электрод (с флюсовой или металлической сердцевинкой) (T). Буквы или цифры после дефиса в обозначают химический состав (металла шва для композиционных электродов и самого электрода для сплошных электродов) и указывают на тип или отсутствие защитного газа, требуемого только в случае с композиционными электродами.

A2.2 Классификация "G"

A2.2.1 В данных технических условиях указаны присадочные металлы классов EGXXT-G

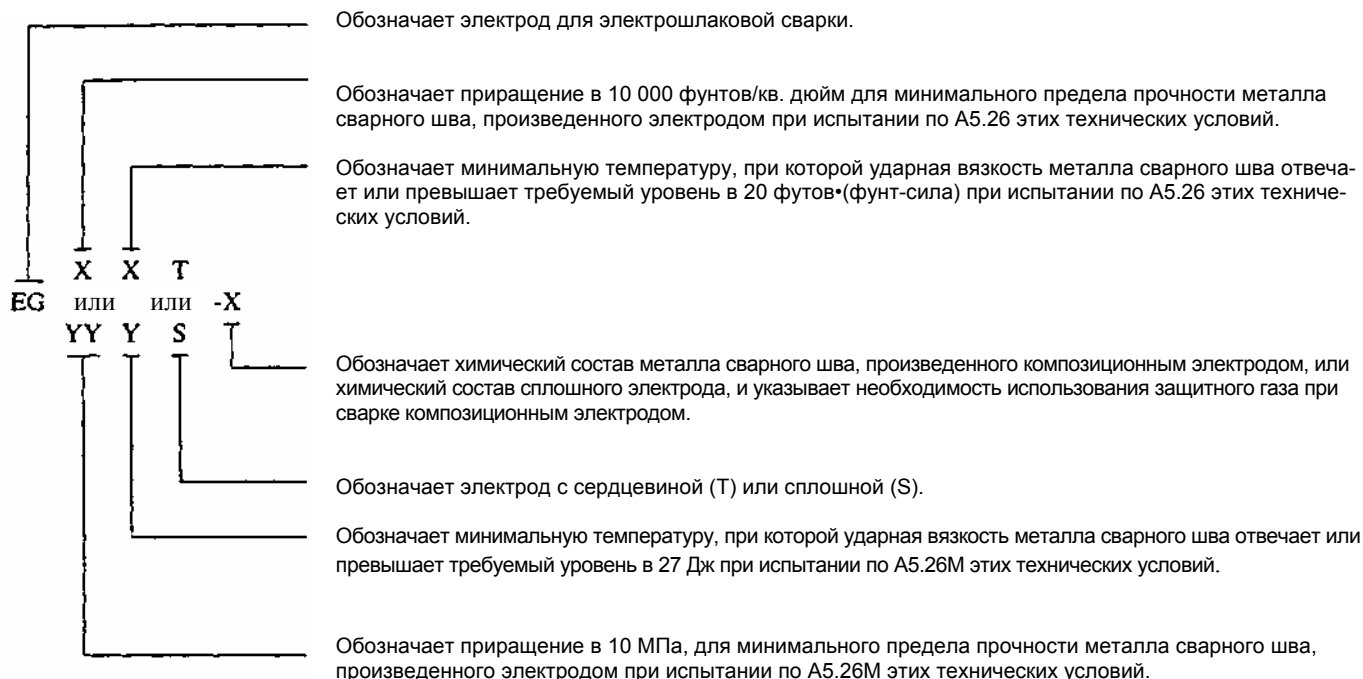
или EGXXS-G. Обозначение "G" указывает на принадлежность присадочного металла к общему классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Назначение такой классификации заключается в предоставлении возможности классифицировать в рамках настоящих технических условий те присадочные металлы, которые в том или ином отношении (например, химический состав) отличаются от всех других классов (т. е. в данном примере состав присадочного металла не соответствует химическому составу любого из классов в настоящих технических условиях). Целью при этом является обеспечение возможности немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два присадочных металла, имеющих одинаковое обозначение "G", могут значительно различаться по некоторым параметрам (например, по химическому составу).

A2.2.2 Запрос о введении нового класса присадочного металла

(a) Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса "G", производитель вправе запросить установления для данного присадочного металла нового класса. Это можно сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой. Если производитель предпочитает использовать класс "G", Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам все-таки рекомендует производителю подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

(b) Запрос на введение нового класса электродов должен подаваться в письменной форме и содержать достаточно подробную информацию, позволяющую Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету принять решение о необходимости введения нового или изменения существующего класса. Запрос должен устанавливать переменные и их предельные значения для такой классификации или изменения. Запрос должен также содержать указания по времени выполнения установления новой классификации или изменения.

РИС. А1 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ



(с) Все запросы следует подавать в Секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(1) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса;

(2) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;

(3) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(4) подшивает оригинал запроса в дело;

(5) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в рассмотрении.

(d) Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

(e) Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

А2.3 Формулировки «не оговорено» и «не требуется»

Указанный выше момент различия (но необязательно величина этого различия) будет ясно виден по наличию выражений «не требуется» и «не оговорено» в настоящих технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

«Не оговорено» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет о результатах некоторого конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены.

«Не требуется» используется в тех разделах данных технических условий, где речь идет об испытаниях, необходимых для классификации электрода. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса не были установлены.

Иными словами, если требование не оговорено, то нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести электрод к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность применения конкретного изделия данного класса, ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику изделия. Покупатель должен также оговорить с поставщиком методику испытания и приемочные требования. Покупатель может выразить желание включить данную информацию (посредством документа ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*) в заказ на поставку.

ТАБЛИЦА А1
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ А5.26/А5.26М и КЛАССИФИКАЦИЙ В ДРУГИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ AWS С ПРЕДПОЛАГАЕМОМИ ОБОЗНАЧЕНИЯМИ ISO

Классификации AWS А5.26/А5.26М	Аналогичные классификации ^а					Предполагаемые обозначения ISO ^б
	AWS А5.17	AWS А5.18	AWS А5.23	AWS А5.25	AWS А5.28	
EGXXS-1	-	-	-	-	-	-
EGXXS-2	-	ER70S-2	-	EM5K-EW	-	S2134
EGXXS-3	EM13K	ER70S-3	-	EM13K-EW	-	S2030
EGXXS-5	-	ER70S-5	-	-	-	S2022
EGXXS-6	EH11K	ER70S-6	-	EH11K-EW	-	S3031
EGXXS-D2	-	-	EA3K	EH10Mo-EW	ER80S-D2	S3020-A3

ПРИМЕЧАНИЯ:

а. Классификации аналогичны, но не обязательно идентичны по составу.

- ANSI/AWS А5.17 *Технические условия для электродов из углеродистой стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом.*
 ANSI/AWS А5.18 *Технические условия для электродов и присадочные прутки из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа.*
 ANSI/AWS А5.23 *Технические условия для электродов из низколегированной стали и флюсы для дуговой сварки под флюсом.*
 ANSI/AWS А5.25 *Технические условия для электродов из углеродистой и низколегированной стали и флюсы для электрошлаковой сварки.*
 ANSI/AWS А5.28 *Технические условия для электродов и присадочные прутки из низколегированной стали для дуговой сварки в среде защитного газа.*

б. Международный институт сварки Док. XII-1232-91 (также см. секцию А2.5).

А2.4 Международная система для обозначения сварочных присадочных металлов разрабатывается Международным институтом сварки (IIW) для использования в будущих технических условиях, выпускаемых Международной организацией по стандартам (ISO). Таблица А1 содержит предполагаемые обозначения для типов присадочных металлов. В этой системе начальная буква "S" обозначает мягкую или низколегированную стальную проволоку, с четырехзначным номером. Начальная буква "C" обозначает проволоку с металлической сердцевинкой, начальная буква "T" — проволоку с флюсовой сердцевинкой,

А3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS А5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*, как оговорено в данном документе. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS А5.01. При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, таблица 1 стандарта AWS А5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

А4. Сертификация

Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и

необязательных дополнительных обозначений (при их наличии) на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или производитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий.

Представительной выборкой в данном случае является любая партия данного класса, имеющая одинаковый состав. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания данного материала могли проводиться или не проводиться. Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной «представительной выборки» и применяемая производителем Система обеспечения качества производителя, рассмотренная в стандарте AWS А5.01.

А5. Вентиляция при сварке

А5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- интенсивность выделения дымов, газов или пыли, которая зависит от применяемых материалов и процессов;
- близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;

(е) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов* (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание следует обратить на секцию «Охрана здоровья и вентиляция».

A6. Аспекты сварочных работ

A6.1 Газоэлектрическая сварка – это дуговой сварочный процесс, использующий сплошные электроды с газовым экранированием, композиционные трубчатые электроды с газовым экранированием, или композиционные трубчатые электроды без газового экранирования (самозэкранирующиеся). При использовании на постоянном токе электрод помещает присадочный металл в полость, сформированную колодкой, охлаждаемой водой, которая ограждает канавку между элементами соединения. Это соединение обычно делается в один проход, за исключением специальных фиксирующих многопроходных соединений.

A6.2 Трубчатые электроды с флюсовой сердцевинкой, используемые при газоэлектрической сварке, специально сконструированы для этого процесса. Флюс дает тонкий слой шлака между металлом сварного шва и медными колодками без скапливания чрезмерного количества шлаков сверху сварочной ванны. Неметаллическое содержание флюсовой сердцевинки меньше, чем в электродах с газовой защитой и самозэкранирующихся трубчатых электродах с флюсовой сердцевинкой.

A6.3 Из-за больших объемов жидкого металла шва при газоэлектрической сварке и необходимости содержать его, сварка обязательно проводится в вертикальной позиции. Соединения окончательно свариваются при положении сварных сборок в 15 градусах от вертикального, или где соединение в вертикальных сварных сборках проводится в 15 градусах от вертикали, или в обоих случаях.

A6.4 Остальная сборка, включая электрод, медные колодки, механизм подачи проволоки и контроля, и генератор, обычно перемещаются вертикально во время работы. При использовании плавящегося мундштука вертикальное перемещение оборудования не обязательно. Длина вертикального перемещения не ограничена и зависит от конструкции используемого оборудования.

A6.5 Стандартная геометрия соединения – это простая разделка без скоса кромок в стыковом соединении. Могут использоваться и другие геометрические характеристики соединения, помимо разделки без скоса кромок в стыковом соединении.

A6.6 Некоторые классификации могут использоваться с плавящимися мундштуками. Эти мундштуки обычно изготовлены из углеродистой стали AISI Марки с 1008 по 1020. В некоторых приложениях мундштук покрыт флюсом, который дает защитный шлак и изолирует мундштук от контакта со стенками или медными колодками. Другие приложения используют керамические плавкие изоляторы в форме шайб, надетых на трубки. Произво-

дитель должен проконсультироваться относительно специфических рекомендаций по плавящимся мундштукам.

Целью использования плавящихся мундштуков обычно является сохранение содержания легирующих элементов металла сварного шва. Плавящиеся мундштуки не классифицируются по данным техническим условиям; поэтому, прочность и ударная вязкость металла сварного шва должны быть испытаны пользователем.

A6.7 Технические условия требуют использования определенного основного металла для целей классификации. Это не означает ограничений по применению этого процесса для соединения других основных металлов, а служит лишь для получения воспроизводимых результатов. Газоэлектрическая сварка это «сильно смешивающий» процесс, что означает, что основной металл составляет существенную часть металла сварного шва. Тип основного металла, в особенности указанный широкий выбор низколегированных конструкционных сталей, будет влиять на механические и другие свойства соединения и квалификационную оценку процедуры сварки, отличающуюся от классификационных испытаний присадочных металлов, которая должна быть использована для получения свойств сварных швов для заданного применения.

A6.8 Газоэлектрическая сварка также является «сильновыделяющим» процессом, в особенности при применении на толстых листах. Поскольку она обычно используется как однопроходный процесс, металл сварного шва и зона термического влияния не подвергаются повторным сварным термическим циклам, в отличие от многопроходной дуговой сварки толстых материалов. Относительно широкая зона термического влияния (HAZ) на толстых листах характеризуется наличием больших зерен. В этих типах приложений механические свойства в состоянии непосредственно после сварки сварного шва и зоны термического влияния могут быть ниже, чем у основного металла, и должны быть адекватно испытаны и оценены для предполагаемого применения.

A7. Описание и предполагаемое применение электродов

Данные технические условия описывают три типа электродов: сплошные электроды для использования с газовым экранированием, композиционные (с флюсовой или с металлической сердцевинкой) электроды для использования с газовым экранированием, и самозэкранирующиеся композиционные (с флюсовой сердцевинкой) электроды, не требующие внешнего газового экранирования.

A7.1 Сплошные электроды. Классы сплошных электродов, установленные в данных технических условиях, очень похожи по химическому составу и даже во многих случаях идентичны электродам классов, установленных в ANSI/AWS A5.18-93, *Электроды и присадочные прутки из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа. Технические условия*, и ANSI/AWS A5.28-96, *Электроды и присадочные прутки из низкоуглеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа. Технические условия*. Пользователю следует помнить, что механические свойства, полученные

при использовании этих электродов при газозащитной сварке будут отличаться от полученных при дуговой сварке металлическим или вольфрамовым электродом в среде защитного газа.

Механические свойства металла шва, наплавленного сплошными электродами при газозащитной сварке, сильно зависят от типа применяемого защитного газа. Замена одного типа газа или газовой смеси на другую (более или менее реактивную), повлияет на химический состав металла сварного шва и его механические свойства. В некоторых случаях изменение механических свойств может оказаться достаточно существенным для изменения используемой классификации электродов. По этой причине испытывать электроды следует с тем газом или газовой смесью, которая будет использоваться при производстве.

A7.2 Трубчатые электроды. Классификация композиционных электродов (с флюсовой и с металлической сердцевинкой) в данных технических условиях основана на химическом составе металла шва и типе защитного газа (или отсутствии такового), как показано в таблице 4. Пользователю следует помнить, что изменение типа газа или газовой смеси (на более или менее реактивную) влияет на химический состав металла шва и конечные механические свойства.

Следует отметить, что классы EGXXT-1 и EGXXT-2 в данных технических условиях совершенно отличны от классов EXXT-1 и EXXT-2, приведенных в ANSI/AWS A5.20, *Электроды из углеродистой стали с флюсовой сердцевинкой для дуговой сварки. Технические условия*, и ANSI/AWS A5.29, *Электроды из низколегированной стали с флюсовой сердцевинкой для дуговой сварки. Технические условия*.

A7.2.1 Класс EGXXT-1. Электроды классов EGXXT-1 (и EGXXXT-1) – это самоэкранирующиеся электроды, не требующие внешнего защитного газа. Материал сердцевинки этих электродов обеспечивает шлаковую оболочку, в сочетании с подходящими добавками, раскислителями, деазотирующими веществами, и экранирующими материалами, которые часто состоят из фторидов, металлических сплавов, щелочных оксидов и карбонатов. Электроды EGXXT-1 рассчитаны для сварки множества конструкционных сталей, например ASTM A 36, A 572 и A 515, наряду с марками, используемыми в кораблестроении. Типичные применения – фундаменты для тяжелого оборудования, емкости для хранения, корпуса судов, элементы конструкций и сосуды давления.

A7.2.2 Класс EGXXT-2. Электроды классов EGXXT-2 (и EGXXXT-2) рассчитаны на использование с углекислым газом в качестве защитного. Типичные применения похожи на применения класса EGXXT-1, за исключением использования внешнего защитного газа, что в обычных условиях ограничит их применения цеховыми условиями.

A7.2.3 Класс EGXXT-Ni1. Электроды классов EGXXT-Ni1 (и EGXXXT-Ni1) рассчитаны на ис-

**ТАБЛИЦА A2
ОТМЕНЕННЫЕ КЛАССЫ**

Отмененные классы	Последняя публикация	Заменены на
EGXXS-1B	1978	EGXXS-D2 в A5.26-91
EGXXS-GB	1978	EGXXS-G в A5.26-91
EGXXT3	1978	EGXXS-Ni1 в A5.26-91
EGXXT4	1978	EGXXT-NM1 в A5.26-91
EGXXT5	1978	EGXXT-W в A5.26-91

пользование с углекислым газом в качестве защитного. Они похожи на электроды EGXXT-2, за исключением того, что металл шва содержит приблизительно 1 % никеля.

A7.2.4 Классы EGXXT-NM1 и -NM2. Электроды классов EGXXT-NM1 (EGXXXT-NM1) и EGXXT-NM2 (EGXXXT-NM2) рассчитаны на использование с углекислым газом в качестве защитного (или смеси аргон/углекислый газ для EGXXT-NM2). Эти электроды дают металл шва легированный различными количествами никеля и молибдена.

A7.2.5 Класс EGXXT-W. Электроды классов EGXXT-W (и EGXXXT-W) рассчитаны на использование с углекислым газом в качестве защитного. Получаемый металл шва предназначен для использования в наружных приложениях со стойкими к атмосферной коррозии сталями, например ASTM A 242 и A 588.

A7.2.6 Класс EGXXT-G. Электроды классов EGXXT-G (и EGXXXT-G) – это электроды, не включенные в другие классификации. Для них установлены лишь требования к механическим свойствам. За консультацией по составу, свойствам, характеристикам, и предполагаемому использованию электродов этой классификации следует обращаться к поставщику (см. также A2.2).

A8. Отмененные классы

Классы, отмененные в течение срока действия настоящих технических условий, приведены в таблице A2.

A9. Информация по технике безопасности

A9.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и сопутствующих им процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабочие поверхности. Эти факторы могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующих мер предосторожности. Рабочие должны носить защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Следует надевать высокие сапоги или кожаные гет-

ры и огнеупорные перчатки. Штанины следует выпускать поверх голенищ обуви. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве должны использоваться затычки для ушей во избежание попадания брызг в ушной канал, в сочетании с защитными очками (или их эквивалентом) для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть пятен смазки или масла. В карманах не должно быть горючих веществ. В случае попадания какого-либо горючего вещества на одежду она должна быть заменена чистой огнеупорной одеждой перед работой с открытыми дугами или огнем. Должны использоваться фартуки, рукава типа пелерины и наплечники с нагрудниками, предназначенные для сварочных работ. Если имеет место сварка или резка необычно толстого основного металла, следует применять дополнительные металлические щиты для повышенной защиты. Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью. Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или другими средствами защиты, рассмотренными в предыдущем абзаце. Прежде чем покинуть рабочую зону, следует маркировать горячие заготовки, чтобы предупредить окружающих об опасности. Не разрешается ремонтировать или отсоединять электрическое оборудование, находящееся под нагрузкой. Результатом отсоединения под грузом является искрение, что может вызвать ожоги и/или поражение электрическим током. (Примечание: Прикосновение к горячим частям оборудования, таким как электрододержатели, концевики электрода и мундштуки может явиться причиной ожогов. Поэтому следует надевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда был выдержан необходимый период охлаждения.)

Более подробная информация о средствах индивидуальной защиты содержится в следующих источниках.

(а) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).⁵

(б) Американский национальный институт стандартов (ANSI). ANSI/ASC Z41.1, *Защитная обувь*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов (ANSI).

(с) Американское общество по сварке (AWS). ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении*

сварки, резки и сходных процессов. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).⁶

(д) Управление США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA), *Свод федеральных норм*, Заглавие 29 — «Труд», Глава XVII, Часть 1910. Вашингтон, округ Колумбия: Отдел печати Правительства США.⁷

A9.2 Опасность поражения электрическим током. Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу, тем не менее, его можно избежать. Не следует прикасаться к токоведущим частям электрооборудования. Следует прочесть и принять к сведению инструкции и рекомендации по технике безопасности производителя. Источником опасности также является неправильная установка, заземление, эксплуатация и обслуживание электрического оборудования.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Провод, подсоединенный к изделию, не является заземляющим проводом. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельный вывод.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть плотными, чистыми и сухими. Ненадежные соединения могут перегреваться и даже расплавиться. Более того, они могут создавать опасные электрические дуги и искрение. Нельзя допускать скопления воды, смазки или грязи на штепселях и штепсельных розетках или частях электрооборудования. Влага может послужить проводником для электричества.

Во избежание поражения током, рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные соединения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Следует избегать появления напряжения холостого хода. Напряжение холостого хода может суммироваться в случаях, когда несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько электрических агрегатов переменного тока. Суммирование напряжений усиливает тяжесть поражения электрическим током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить

⁵ Стандарты ANSI можно получить в Американском национальном институте стандартов, по адресу: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036.

⁶ Стандарты AWS можно получить в Американском обществе по сварке, по адресу: 550 N. W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

⁷ Стандарты OSHA можно получить по адресу: Отдел печати Правительства США, Вашингтон, округ Колумбия 20402.

пострадавшего от провода под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию (CPR), как только будет устранен контакт с источником напряжения. В таких случаях необходимо вызвать врача и продолжать реанимацию до тех пор, пока дыхание не восстановится или не прибудет врач. Лечение электрических ожогов такое же, как и в случае с термическими: т.е. к пораженным участкам следует прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на область поражения следует наложить чистую сухую повязку, а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение. Необходимо следовать таким признанным стандартам по технике безопасности как ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*, и стандарт Национальной противопожарной ассоциации (NFPA) № 70, Национальный электротехнический кодекс.⁸

A9.3 Дымы и газы. Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, образующиеся при сварке из присадочных металлов и флюсов, металла основы и присутствующего на нем покрытия. Газы образуются в процессе сварки или в результате воздействия сварочного излучения на окружающую среду. Руководство, персонал и сварщики должны быть осведомлены о характере воздействия дыма и газов. Количество и состав этих дымов и газов зависит от состава присадочного металла и основного металла, процесса сварки, величины тока, длины дуги и других факторов.

Возможные последствия их продолжительного воздействия различны по тяжести: от раздражения глаз, кожи и дыхательных путей до более серьезных осложнений. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Дым может вызвать такие симптомы, как тошнота, головные боли, головокружение и отравление парами металла (литейная лихорадка). При использовании особо токсичных материалов существует вероятность более серьезных последствий для здоровья. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье. Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Для того чтобы избежать попадания дыма и газов в область дыхания и окружающее пространство, следует использовать достаточную вентиляцию и/или вытяжку в зоне дуги.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эф-

фективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в ходе различных процессов сварки, можно получить в следующих источниках:

(а) Предельно допустимые нормы воздействия по OSHA можно найти в *Сборнике федеральных норм*, Заглавие 29 — «Труд», Глава XVII, Часть 1910.

(б) Рекомендуемые предельно допустимые значения для дымов и газов приведены в документе *Предельно допустимые значения концентрации химических и физических веществ в среде рабочего помещения*, изданном Американской ассоциацией специалистов по промышленной гигиене (ACGIH).⁹

(с) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке (AWS), опубликованы в отчете *Дымы и газы на месте проведения сварочных работ*.

A9.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы могут сопровождаться выделением лучистой энергии (излучением), вредной для здоровья. Необходимо ознакомиться с воздействием этой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (например рентгеновские лучи), или не ионизирующей (например ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение). Чрезмерное облучение может иметь различные последствия, например, ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности.

A9.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в пределах ограничений, предъявляемых при приемке, путем применения подходящего экранирования сварочной зоны.

A9.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависят от многих факторов, например, от сварочного процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и наличия покрытия, в том числе листового, на основном металле. В результате некоторых процессов, как, например, контактная сварка и холодная сварка давлением, образуется незначительное количество излучения. Однако большинство дуговых сварок и процессов резки (за исключением дуговой сварки под флюсом при ее правильном применении), лазерная сварка и газовая сварка, резка и пайка твердым или мягким припоем могут сопровождаться выделением значительного коли-

⁸ Документы NFPA можно получить в Национальной ассоциации противопожарной защиты по адресу: National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

⁹ Документы ACGIH можно получить по адресу: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Kemper Woods Center, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240.

чества неионизирующего излучения, что требует соблюдения необходимых мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(a) Допускается смотреть на сварочные дуги только через специальные сварочные фильтры, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности*. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве сварочных фильтров, а используются для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(b) Открытые участки кожи необходимо защитить соответствующими перчатками и одеждой, как установлено стандартом ANSI/ASC Z49.1 *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*.

(c) Следует избегать отражений от сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных отражений. (Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне.)

(d) Следует использовать экраны, занавески или предусмотреть достаточное расстояние от проходов и переходов, чтобы защитить проходящих людей от облучения при сварке.

(e) Для дополнительной защиты от ультрафиолетового излучения сварочных дуг используются защитные очки с боковыми защитными щитками.

A9.4.3 Информацию по ионизирующему излучению можно получить в следующих источниках:

(a) Американское общество по сварке (AWS). AWS F2.1-78 *Рекомендуемые правила техники безопасности при сварке и резке электронным лучом*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке (AWS).

(b) Информация об изделии, предоставляемая производителем.

A9.4.4 Сведения о неионизирующем излучении можно найти в следующих источниках:

(a) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z 136.1, *Безопасное применение лазеров*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(b) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты ли*

ца и глаз в профессиональной и учебной деятельности. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов;

(c) Американское общество по сварке. ANSI Z49.1, *Безопасность при выполнении сварки, резки и сходных процессов*. Майами, Флорида: Американское общество по сварке;

(d) Hinrichs IF. January 1978. Проектный комитет по излучениям – итоговый отчет. *Welding Journal* 57:62-65;

(e) Marshall W.J., Sliney D.H. и др. Март 1980. Уровни оптического излучения при воздушно-дуговой резке угольным электродом. *Welding Journal* 59(3): 43-36;

(f) Moss C. E., Murtagh W. E. Сентябрь 1979. Уровень оптического излучения при газовой сварке и кислородной резке. *Welding Journal* 58 (9): 37-46;

(g) Moss C. E. Март 1979. Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные занавески. *Welding Journal* 58: 69-s – 75-s;

(h) Национальная служба технической информации. Защита от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации.¹⁰

(i) Национальная служба технической информации. Меры защиты от неионизирующего излучения, специальное исследование № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности воздействия видимого излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке, на сетчатку глаза*. Спрингфилд, Вирджиния: Национальная служба технической информации

¹⁰ Документы NTIS можно получить в Национальной службе технической информации по адресу: National Technical Information Service, Springfield, VA 22161.

ЭЛЕКТРОДЫ И ПРИСАДОЧНЫЕ ПРУТКИ ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.28/SFA-5.28M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.28/AWS A5.28:2005. При возникновении споров применяется текст-оригинал AWS.)

1. Область применения

1.1 В данных Технических условиях описаны требования по классификации покрытых электродов из никеля и никелевых сплавов для дуговой сварки. В данные ТУ входят электроды, в которых содержание никеля превышает все остальные элементы.

1.2 Вопросы безопасности и здоровья находятся за пределами данного стандарта и, следовательно, не обсуждаются здесь полностью. Некоторую информацию по безопасности и здоровью можно найти в необязательно приложении, Секция A5 и A10. Информация по безопасности и здоровью доступна из других источников, включая ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах* и соответствующие местные и государственные нормативные акты, но не ограничивается этими источниками.

1.3 Данные Технические Условия используют обе системы измерений: американскую и международную (СИ). Измерения не являются полностью эквивалентными и, следовательно, каждая система должна использоваться независимо от другой, и системы не должны смешиваться в отношении свойств материалов. Технические Условия с обозначением A5.28 используют американскую систему измерений. Технические Условия с обозначением A5.28M используют систему измерений СИ. Данные СИ показаны в скобках [] или в соответствующих колонках таблиц и в цифрах. Стандартные размеры в измерениях любой из систем могут быть применимы для установления размеров присадочных металлов или упаковок или в обоих случаях, предусмотренных Техническими Условиями A5.28 и A5.28M.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Ссылки на нормативные документы

Следующие стандарты содержат положения, которые, через ссылки в тексте, формируют положения настоящего стандарта AWS. Эти издания не включают датированные ссылки, последующие дополнения или изменения стандарта. Однако, участники соглашений,

основанных на данном стандарте AWS, приходят к выводу о возможности применения наиболее свежих изданий документов, приведенных ниже. Неадаптированные нормативные ссылки даются на последнее издание стандарта.

2.1 Стандарты ASTM¹

(a) A 36/A 36M, *Сталь углеродистая конструкционная. Технические условия.*

(b) A 203/A 203M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, никелевая. Технические условия*

(c) A 285/A 285M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, низкой и средней прочности на разрыв. Технические условия*

(d) A 387/A 387M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, хромомолибденовая. Технические условия*

(e) A 515/A 515M, *Толстолистовая углеродистая сталь для сосудов давления, работающих при средней и высокой температуре. Стандартные технические условия.*

(f) A 516/A 516M, *Толстолистовая углеродистая сталь для сосудов давления, работающих при умеренной и низкой температуре. Стандартные технические условия*

(g) A 537/A 537M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, термообработанная, кремниево-марганцево-углеродистая. Технические условия*

(h) E 29, *Стандартная методика использования значащих разрядов в тестовых данных для определения соответствия Техническим условиям*

(i) E 350, *Стандартные методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого и сварочного железа*

(j) E 1032, *Стандартная методика рентгенографических испытаний сварных узлов.*

¹ Стандарты ASTM можно получить по адресу: the American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19380-1502.

2.2 Стандарты AWS²

(a) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*

(b) AWS A5.32/A5.32M, *Сварочные защитные газы. Технические условия.*

(c) AWS A4.3, *Стандартные методы определения содержания диффундирующего водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали сварного шва, выполненного с помощью дуговой сварки*

(d) AWS B4.0, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.*

(e) AWS B4.0M, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств.*

2.3 Стандарты ANSI³

(a) ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*

2.4 Следующие стандарты ISO⁴ используются в данном документе:

(a) ISO 544, *Материалы сварки – технические условия поставки для сварочных наплавных материалов – Типы продукции, размеры, пределы стойкости и маркировка*

2.5 Департамент обороны. Технические условия⁵

(a) MIL-S-16216, *Сталь толстолистовая, легированная, конструкционная, с высоким пределом текучести (HY-80 и HY-100). Технические условия*

3. Классификация

3.1 Сплошные электроды (и присадочные прутки), на которые распространяется действие настоящих технических условий A5.28, классифицируются в соответствии с американской системой измерений на основе их химического состава в соответствии с таблицей 1, и механических характеристик наплавленного металла в соответствии с таблицами 3 и 4. *Композиционные электроды, с металлической сердцевиной и свитые*, на которые распространяется действие настоящих технических условий, классифицируются в соответствии с американской системой измерений на основе химического состава и механических характеристик наплавленного металла в соответствии с таблицами 2, 3 и 4, а также применяемого защитного газа.

3.1M Сплошные электроды (и присадочные прутки), на которые распространяется действие настоящих технических условий A5.28M, классифицируются в соответствии с международной системой измерений (СИ) на основе их химического состава в соответствии с таблицей 1, и механических характеристик наплавленного металла в соответствии с таблицами 3 и 4. *Композиционные электроды, с металлической сердцевиной и свитые*, на которые распространяется действие настоящих технических условий, классифицируются в соответствии с

² Стандарты AWS изданы Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Стандарты ANSI изданы Американским институтом национальных стандартов, 25 West 43rd Street, 4th Floor, New York, NY 10036.

⁴ Стандарты ISO изданы Международной Организацией Стандартизации, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland/

⁵ Стандарты Департамента Обороны изданы: DODSSP, Standardization Documents Order Desk, 700 Robins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5094.

международной системой измерений (СИ) на основе химического состава и механических характеристик наплавленного металла в соответствии с таблицами 2, 3 и 4, а также применяемого защитного газа.

3.2 Электроды и присадочные прутки, входящие в один класс, не должны включаться ни в один другой класс настоящих технических условий, за исключением класса ER80S-D2, который может также классифицироваться как ER90S-D2, при условии соблюдения требований обоих этих классов. Однако, материал может быть классифицирован с применением обоих технических условий — A5.28 и A5.28M.

3.3 Сварочные электроды и присадочные прутки, классифицированные в соответствии с настоящими техническими условиями, предназначены для дуговой сварки в среде защитного газа, но не запрещены к применению для любых других процессов (или для любого другого защитного газа или комбинации защитных газов), для которых они пригодны.

4. Приемка

Приемка⁶ электродов и присадочных прутков должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01.

5. Сертификация

Помещая информацию о соответствии техническим условиям и классификационные обозначения AWS на упаковку или добавляя их в классификационное обозначение изделия, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁷

6. Единицы измерения и правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на разрыв и предела текучести следует округлять с точностью до ближайшего 1 кфунт/кв. дюйм [10 МПа], а другие значения – с точностью до "ближайшей единицы" в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E29.

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

7.1 Обязательные классификационные испытания приведены в Таблице 5. Цель этих испытаний заключается в определении химического состава, механических свойств и наличия дефектов металла сварного шва. Основным металлом опытного сварного узла,

⁶ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемого материала см. в Секции A3 "Приемка" (в Приложении), а также в стандарте ANSI/AWS A5.01 "Металлы присадочные. Руководство по поставке".

⁷ Дополнительную информацию в отношении сертификации и испытаний, необходимых для соответствия этому требованию, см. в Секции A4, "Сертификация" (в Приложении).

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ДЛЯ СПЛОШНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ И ПРУТКОВ

Классификация AWS ^c		Номер UNS ^d	% по массе ^{a, b}													Общее содержание других элементов
			C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Zr	Al	Cu ^e	
A5.28	A5.28M															
Электроды и прутки из молибденонуглеродистой стали																
ER70S-A1	ER49S-A1	K11235	0,12	1,30	0,30–0,70	0,025	0,025	0,20	–	0,40–0,65	–	–	–	–	0,35	0,50
Электроды и прутки из хромомолибденовой стали																
ER80S-B2	ER55S-B2	K20900	0,07–0,12	0,40–0,70	0,40–0,70	0,025	0,025	0,20	1,20–1,50	0,40–0,65	–	–	–	–	0,35	0,50
ER70S-B2L	ER49S-B2L	K20500	0,05	0,40–0,70	0,40–0,70	0,025	0,025	0,20	1,20–1,50	0,40–0,65	–	–	–	–	0,35	0,50
ER90S-B3	ER62S-B3	K30960	0,07–0,12	0,40–0,70	0,40–0,70	0,025	0,025	0,20	2,30–2,70	0,90–1,20	–	–	–	–	0,35	0,50
ER80S-B3L	ER55S-B3L	K30560	0,05	0,40–0,70	0,40–0,70	0,025	0,025	0,20	2,30–2,70	0,90–1,20	–	–	–	–	0,35	0,50
ER80S-B6 ^f	ER55S-B6 ^f	S50280	0,10	0,40–0,70	0,50	0,025	0,025	0,60	4,50–6,00	0,45–0,65	–	–	–	–	0,35	0,50
ER80S-B8 ^g	ER55S-B8 ^g	S50480	0,10	0,40–0,70	0,50	0,025	0,025	0,50	8,00–10,50	0,80–1,20	–	–	–	–	0,35	0,50
ER90S-B9 ^{h, i, j}	ER62S-B9 ^{h, i, j}	S50482	0,07–0,13	1,20	0,15–0,50	0,010	0,010	0,80	8,00–10,50	0,85–1,20	0,15–0,30	–	–	0,04	0,20	0,50
Электроды и прутки из никелевой стали																
ER80S-Ni1	ER55S-Ni1	K11260	0,12	1,25	0,40–0,80	0,025	0,025	0,80–1,10	0,15	0,35	0,05	–	–	–	0,35	0,50
ER80S-Ni2	ER55S-Ni2	K21240	0,12	1,25	0,40–0,80	0,025	0,025	2,00–2,75	–	–	–	–	–	–	0,35	0,50
ER80S-Ni3	ER55S-Ni3	K31240	0,12	1,25	0,40–0,80	0,025	0,025	3,00–3,75	–	–	–	–	–	–	0,35	0,50
Электроды и прутки из марганцевомолибденовой стали																
ER80S-D2	ER55S-D2	K10945	0,07–0,12	1,60–2,10	0,50–0,80	0,025	0,025	0,15	–	0,40–0,60	–	–	–	–	0,50	0,50
ER90S-D2	ER62S-D2															
Электроды и прутки из других низколегированных сталей																
ER100S-1	ER69S-1	K10882	0,08	1,25–1,80	0,20–0,55	0,010	0,010	1,40–2,10	0,30	0,25–0,55	0,05	0,10	0,10	0,10	0,25	0,50
ER110S-1	ER76S-1	K21015	0,09	1,40–1,80	0,20–0,55	0,010	0,010	1,90–2,60	0,50	0,25–0,55	0,04	0,10	0,10	0,10	0,25	0,50
ER120S-1	ER83S-1	K21030	0,10	1,40–1,80	0,25–0,60	0,010	0,010	2,00–2,80	0,60	0,30–0,65	0,03	0,10	0,10	0,10	0,25	0,50
ERXXS-G	ERXXS-G	–	Не оговорено ^k													

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Необходимо провести анализ присадочного металла на присутствие элементов, для которых в данной таблице установлены значения содержания. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их содержание; общее содержание таких элементов (за исключением железа) не должно превышать предельных значений, указанных в столбце «Общее содержание других элементов».
- b. Единственное значение соответствует максимальному.
- c. Обозначения B2, Ni1 и т.д. указывают на химический состав класса электродов и присадочных прутков.
- d. Унифицированная система числового обозначения SAE HS-1086/ASTM DS-56H для металлов и сплавов.
- e. Суммарное содержание меди в покрытии электрода или присадочного прутка и в самом присадочном металле не должно превышать установленного предельного значения 50 %.
- f. Аналогично бывшему классу ER502 в технических условиях AWS A5.9-93.
- g. Аналогично бывшему классу ER505 в технических условиях AWS A5.9-93.
- h. Ниобий 0,02–0,10 %
- i. Азот 0,03–0,07 %.
- j. Максимальное суммарное содержание Mn и Ni должно быть меньше или равно 1,50 %.
- k. Отвечающими требованиям класса "G" считаются электроды, соответствующие одному из следующих условий: 0,50 % никеля, 0,30 % хрома или 0,20 % молибдена. Химический состав необходимо указать в отчете; следует придерживаться требований, согласованных покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 2

ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА, НАПЛАВЛЕННОГО С ПОМОЩЬЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ^a

Классификация AWS ^d			% по массе ^{b, c}													Общее содержание других элементов
A5.28	A5.28M	Номер UNS ^e	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Zr	Al	Cu	
Металл сварного шва: марганцевомолибденовая сталь																
E80C-B2	E55C-B2	W52030	0,05–0,12	0,40–1,00	0,25–0,60	0,025	0,030	0,20	1,00–1,50	0,40–0,65	0,03	–	–	–	–	0,50
E70C-B2L	E49C-B2L	W52130	0,05	0,40–1,00	0,25–0,60	0,025	0,030	0,20	1,00–1,50	0,40–0,65	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E90C-B3	E62C-B3	W53030	0,05–0,12	0,40–1,00	0,25–0,60	0,025	0,030	0,20	2,00–2,50	0,90–1,20	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E80C-B3L	E55C-B3L	W53130	0,05	0,40–1,00	0,25–0,60	0,025	0,030	0,20	2,00–2,50	0,90–1,20	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E80C-B6	E55C-B6		0,10	0,40–1,00	0,25–0,60	0,025	0,025	0,60	4,50–6,00	0,45–0,65	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E80C-B8	E55C-B8		0,10	0,40–1,00	0,25–0,60	0,025	0,025	0,20	8,00–10,50	0,80–1,20	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E90C-B9 ^f	E55C-B9		0,08–0,13	1,20 ^g	0,50	0,020	0,015	0,80 ^g	8,00–10,50	0,85–1,20	0,15–0,30	–	–	0,04	0,20	0,50
Электроды и прутки из никелевой стали																
E80C-Ni1	E55C-Ni1	W21030	0,12	1,50	0,90	0,025	0,030	0,80–1,10	–	0,30	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E70C-Ni2	E49C-Ni2	W22030	0,08	1,25	0,90	0,025	0,030	1,75–2,75	–	–	0,30	–	–	–	0,35	0,50
E80C-Ni2	E55C-Ni2	W22030	0,12	1,50	0,90	0,025	0,030	1,75–2,75	–	–	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E80C-Ni3	E55C-Ni3	W23030	0,12	1,50	0,90	0,025	0,030	2,75–3,75	–	–	0,03	–	–	–	0,35	0,50
Электроды и прутки из марганцевомолибденовой стали																
E90C-D2	E62C-D2	W19230	0,12	1,00–1,90	0,90	0,025	0,030	–	–	0,40–0,60	0,03	–	–	–	0,35	0,50
Электроды и прутки из другой низколегированной стали																
E90C-K3	E62C-K3		0,15	0,75–2,25	0,80	0,025	0,025	0,50–2,50	0,15	0,25–0,65	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E100C-K3	E69C-K3		0,15	0,75–2,25	0,80	0,025	0,025	0,50–2,50	0,15	0,25–0,65	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E110C-K3	E76C-K3		0,15	0,75–2,25	0,80	0,025	0,025	0,50–2,50	0,15	0,25–0,65	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E110C-K4	E76C-K4		0,15	0,75–2,25	0,80	0,025	0,025	0,50–2,50	0,15–0,65	0,25–0,65	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E120C-K4	E83C-K4		0,15	0,75–2,25	0,80	0,025	0,025	0,50–2,50	0,15–0,65	0,25–0,65	0,03	–	–	–	0,35	0,50
E80C-W2	E55C-W2		0,12	0,50–1,30	0,35–0,80	0,025	0,030	0,40–0,80	0,45–0,70	–	0,03	–	–	–	0,30–0,75	0,50
EXXC-G	EXXC-G	–	Не оговорено ^h													

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Требования к химическому составу композиционных электродов основаны на анализе металла сварного шва в состоянии непосредственно после сварки и применении защитного газа, указанного в табл. 3.

b. Металл сварного шва следует проанализировать на наличие элементов, для которых в данной таблице указано значение содержания. При обнаружении других элементов в процессе анализа необходимо определить их количество, при этом их общее содержание (исключая железо) не должно превышать значения, указанного в столбце «Общее содержание других элементов».

c. Единичные значения являются максимальными.

d. Для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) или плазменно-дуговой сварки (PAW) рекомендуется применять сплошные электроды.

e. Унифицированная система числового обозначения SAE HS-1086/ASTM DS-56H для металлов и сплавов.

f. Содержание Ниобия (Колумбия) – 0,02–0,10 %, Азота – 0,03–0,07 %

g. Сумма Mn и Ni – максимум 1,50 %

h. Отвечающими требованиям класса "G" считаются электроды, соответствующие одному из следующих условий: 0,50 % никеля, 0,30 % хрома или 0,20 % молибдена. Химический состав должен быть отражен в отчете. Следует придерживаться требований, согласованных покупателем и поставщиком.

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА РАЗРЫВ

Классификация AWS		Защитный газ ^a	Предел прочности на разрыв (минимум)		Предел текучести ^b (минимум)		Относительное удлинение (минимум)	Состояние для испытаний
A5.28	A5.28M		фунт/кв. дюйм	МПа	фунт/кв. дюйм	МПа		
ER70S-B2L ER70C-B2L ER70S-A1	ER49S-B2L E49C-B2L ER49S-A1	Аргон/1-5% O ₂ (Классы с SG-A0-1 до SG-A0-5)	75,000	515	58,000	400	19	PWHT ^c
ER80S-B2 E80C-B2	ER55S-B2 E55C-B2		80,000	550	68,000	470	19	
ER80S-B3L E80C-B3L	ER55S-B3L E55C-B3L		80,000	550	68,000	470	17	
ER90S-B3 E90C-B3	ER62S-B3 E62C-B3		90,000	620	78,000	540	17	
ER80S-B6	ER55S-B6		80,000	550	68,000	470	17	
E80C-B6	E55C-B6		80,000	550	68,000	470	17	
ER80S-B8	ER55S-B8		80,000	550	68,000	470	17	
E80C-B8	E55C-B8		80,000	550	68,000	470	17	
ER90S-B9	ER62S-B9	Аргон/5% CO ₂ (Класс SG-AC-5)	90,000	620	60,000	410	16	
E90C-B9	E62C-B9	Аргон /5-25% CO ₂ (Классы с SG-AC-5 до SG-AC-25)						
E70C-Ni2	E49C-Ni2	Аргон/1-5% O ₂ (Классы с SG-A0-1 до SG-A0-5)	70,000	480	58,000	400	24	Термическая обработка после сварки ^c
ER80S-Ni1 E80C-Ni1	ER55S-Ni1 E55C-Ni1		80,000	550	68,000	470	24	В состоянии непосредственно после сварки
ER80S-Ni2 E80C-Ni2 ER80S-Ni3 E80C-Ni3	ER55S-Ni2 E55C-Ni2 ER55S-Ni3 E55C-Ni3		80,000	550	68,000	470	24	Термическая обработка после сварки ^c
ER80S-D2	ER55S-D2	CO ₂ (Класс SG-C)	80,000	550	68,000	470	17	В состоянии непосредственно после сварки
ER90S-D2 E90C-D2	ER62S-D2 E62C-D2	Аргон/1-5% O ₂ (Классы с SG-A0-1 до SG-A0-5)	90,000	620	78,000	540	17	В состоянии непосредственно после сварки
ER100S-1	ER69S-1	Аргон/2% O ₂ (Класс SG-A0-2)	100,000	690	88,000	610	16	В состоянии непосредственно после сварки
ER110S-1	ER76S-1		110,000	760	95,000	660	15	
ER120S-1	ER83S-1		120,000	830	105,000	730	14	

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА РАЗРЫВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS		Защитный газ ^a	Предел прочности на разрыв (минимум)		Предел текучести ^b (минимум)		Относительное удлинение (минимум)	Состояние для испытаний
A5.28	A5.28M		фунт/кв дюйм	МПа	фунт/кв дюйм	МПа		
E90C-K3	E62C-K3	Аргон/5-25% CO ₂ (Классы от SG-AC-5 до SG-AC-25)	90,000	620	78,000	540	18	В состоянии непосредственно после сварки
E100C-K3	E69C-K3		100,000	690	88,000	610	16	
E110C-K3 E110C-K4	E76C-K3 E76C-K4		110,000	760	98,000	680	15	
E120C-K4	E83C-K4		120,000	830	108,000	750	15	
E80C-W2	E55C-W2		80,000	550	68,000	470	22	
ER70S-G E70C-G		(d)	70,000	480	(e)	(e)	(e)	(e)
ER80S-G E80C-G		(d)	80,000	550	(e)	(e)	(e)	(e)
ER90S-G E90C-G		(d)	90,000	620	(e)	(e)	(e)	(e)
ER100S-G E100C-G		(d)	100,000	690	(e)	(e)	(e)	(e)
ER110S-G E110C-G		(d)	110,000	760	(e)	(e)	(e)	(e)
ER120S-G E120C-G		(d)	120,000	830	(e)	(e)	(e)	(e)

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Применение для классификации определенного защитного газа не должно рассматриваться как ограничение для применения защитных газовых смесей. Испытание присадочного металла с использованием таких газовых смесей, как аргон/O₂ или аргон/CO₂ может привести к изменению прочности и относительного удлинения металла сварного шва. Классификация с применением других газовых смесей должна осуществляться по согласованию между покупателем и поставщиком.
- b. Предел текучести при смещении по оси деформации 0,2% и относительное удлинение на измерительной базе 2 дюйма (51 мм).
- c. После термической обработки после сварки в соответствии с таблицей 7.
- d. Применяемый защитный газ должен согласовываться между покупателем и поставщиком.
- e. Не оговорено (по соглашению между покупателем и поставщиком).

процедуры сварки и испытаний также требуемые результаты приведены в пп. 9-13.

7.2 Необязательное испытание по определению диффундирующего водорода, рассмотренное в Секции 14, не требуется для классификации (см. Примечание (a) к таблице 5).

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, испытания повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям.. Образцы для повторного испытания могут быть взяты как из исходного опытного узла, так и из одного или двух новых опытных узлов. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих

повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных технических условий для данного класса.

В случае если во время подготовки или после проведения испытания было точно установлено нарушение условий подготовки испытываемых образцов или узлов или условий проведения испытаний, то результаты такого испытания считаются недействительными вне зависимости от его фактического проведения и соответствия или несоответствия его результатов установленным требованиям. В этом случае испытание необходимо провести повторно в соответствии с установленной методикой. В этом случае требование о необходимости дублирования испытываемых образцов не применяется.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Требуется, по крайней мере, один опытный сварной узел, могут также потребоваться два таких узла (в зависимости от вида электрода, сплошного или

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ НА УДАР

Классификация AWS		Средняя ударная вязкость ^{a,b} (минимум)		Состояние испытаний
A5.28	A5.28M	A5.28	A5.28M	
ER70S-A1	ER49S-A1	Не требуется	Не требуется	—
ER70S-B2L	ER49S-B2L			
E70C-B2L	E49C-B2L			
ER80S-B2	ER55S-B2			
E80C-B2	E55C-B2			
ER80S-B3L	ER55S-B3L			
E80C-B3L	E55C-B3L			
ER90S-B3	ER62S-B3			
E90C-B3	E62C-B3			
ER80S-B6	ER55S-B6			
E380C-B6	E55C-B6			
ER80S-B8	ER55S-B8			
E80C-B8	E55C-B8			
ER90S-B9	ER62S-B9			
E90C-B9	E62C-B9			
ER80S-Ni1	ER55S-Ni1	20 футо-фунт•с при -50°F	27 Дж при -45°C	В состоянии непосредственно после сварки
E80C-Ni1	E55C-Ni1			
E70C-Ni2	E49C-Ni2	20 футо-фунт•с при -80°F	27 Дж при -60°C	Термическая обработка после сварки ^b
ER80S-Ni2	ER55S-Ni2			
E80C-Ni2	E55C-Ni2	20 футо-фунт•с при -100°F	27 Дж при -75°C	Термическая обработка после сварки ^b
ER80S-Ni3	ER55S-Ni3			
E80C-Ni3	E55C-Ni3	20 футо-фунт•с при -20°F	27 Дж при -30°C	В состоянии непосредственно после сварки
ER80S-D2	ER55S-D2			
ER90S-D2	ER62S-D2	20 футо-фунт•с при -60°F	27 Дж при -50°C	В состоянии непосредственно после сварки
E90C-D2	E62C-D2			
ER100S-1	ER69S-1	50 футо-фунт•с при -60°F	68 Дж при -50°C	В состоянии непосредственно после сварки
ER110S-1	ER76S-1			
ER120S-1	ER83S-1	20 футо-фунт•с при -60°F	27 Дж при -50°C	В состоянии непосредственно после сварки
E90C-K3	E62C-K3			
E100C-K3	E69C-K3	20 футо-фунт•с при -60°F	27 Дж при -50°C	В состоянии непосредственно после сварки
E110C-K3	E76C-K3			
E110C-K4	E76C-K4	20 футо-фунт•с при -20°F	27 Дж при -30°C	В состоянии непосредственно после сварки
E120C-K4	E83C-K4			
E80C-W2	E55C-W2	По соглашению между покупателем и поставщиком	По соглашению между покупателем и поставщиком	-
ERXXS-G	ERXXS-G			
EXXC-G	EXXC-G	По соглашению между покупателем и поставщиком	По соглашению между покупателем и поставщиком	-

ПРИМЕЧАНИЯ:

а. При подсчете ударной вязкости наибольшее и наименьшее из пяти результатов испытаний не должны приниматься во внимание.

Для классов с минимальной ударной вязкостью 20 футо-фунт•с (27 Дж): два из оставшихся трех значений должны быть не менее 20 футо-фунт•с (27 Дж); одно из оставшихся трех значений может быть менее 20 футо-фунт•с (27 Дж), однако не ниже 15 футо-фунт•с (20 Дж). Среднее из трех значений должно быть не менее установленного уровня 20 футо-фунт•с (27 Дж).

Для классов с минимальной ударной вязкостью 50 футо-фунт•с (68 Дж): два из оставшихся трех значений должны быть не менее 50 футо-фунт•с (68 Дж); одно из оставшихся трех значений может быть менее 50 футо-фунт•с (68 Дж), однако не ниже 40 футо-фунт•с (54 Дж). Среднее из трех значений должно быть не менее установленного уровня 50 футо-фунт•с (68 Дж).

б. После термической обработки после сварки в соответствии с таблицей 7.

ТАБЛИЦА 5
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS		Химический анализ		Радиографическое испытание	Испытание на разрыв	Испытание на удар	Определение содержания диффузионного водорода						
A5.28	A5.28M	Электрод	Металл сварного шва										
Сплошные электроды													
ER70S-A1 ER80S-B2 ER70S-B2L ER90S-B3 ER80S-B3L ER80S-B6 ER80S-B8 ER90S-B9	ER49S-A1 ER55S-B2 ER49S-B2L ER62S-B3 ER55S-B3L ER55S-B6 ER55S-B8 ER62S-B9	Требуется	Не требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	а						
ER80S-Ni1 ER80S-Ni2 ER80S-Ni3	ER55S-Ni1 ER55S-Ni2 ER55S-Ni3												
ER80S-D2 ER90S-D2	ER55S-D2 ER62S-D2												
ER100S-1 ER110S-1 ER120S-1	ER69S-1 ER76S-1 ER83S-1												
ERXXS-G	ERXXS-G												
Композиционные электроды													
E80C-B2 E70C-B2L E90C-B3 E80C-B3L E80C-B6 E80C-B8 E90C-B9	E55C-B2 E49C-B2L E62C-B3 E55C-B3L E55C-B6 E55C-B8 E62C-B9							Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	а
E80C-Ni1 E70C-Ni2 E80C-Ni2 E80C-Ni3	E55C-Ni1 E49C-Ni2 E55C-Ni2 E55C-Ni3												
E90C-D2	E62C-D2												
E90C-K3 E100C-K3 E110C-K3 E110C-K4 E120C-K4	E62C-K3 E69C-K3 E76C-K3 E76C-K4 E83C-K4												
E80C-W2	E55C-W2												
EXXC-G	EXXC-G												
а													

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Необязательное испытание по определению содержания диффузионного водорода требуется только в том случае, если это установлено покупателем или если изготовитель использует на ярлыке обозначение диффундирующего водорода (см. также A2.2 и A8.2 в Приложении A).
- б. Должно быть указано в отчете. См. A7.19.

или композиционного, и способа отбора образцов для химического анализа), как определено в таблице 5. Эти узлы характеризуются следующим образом:

(а) Сварной шов с разделкой кромок согласно рис. 1 для испытаний по определению механических свойств и бездефектности металла сварного шва в случае применения как композиционных, так и сплошных электродов (требования к классификации на основе только дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа см. в Секции A4.2 в Приложении).

(b) Наплавленная поверхность согласно рис. 2 для химического анализа металла, наплавленного с помощью композиционных электродов, свитых и с металлической сердцевиной.

Образец для химического анализа металла, наплавленного с помощью композиционных электродов, может отбираться в суженном сечении разрушенного при испытаниях на растяжение цельносварного образца или из соответствующего участка шва с разделкой кромок (или любого участка выше него), показанного на рис. 1, для избежания необходимости изготовления наплавленной поверхности. В спорных случаях арбитражным является метод с применением наплавленной поверхности, показанной на рис. 2.

9.2 Подготовка каждого опытного сварного узла производится согласно пп. 9.3 и 9.4. Основной металл каждого узла должен отвечать требованиям Таблицы 6 и технических условий ASTM, указанных в данной таблице, или эквивалентных технических условий. Испытание узла должно проводиться согласно пп. 10.2, 10.3 и Секциям 11 – 13.

9.3 Сварной шов с разделкой кромок

9.3.1 Для всех классов подготовка и сварка опытного узла должна соответствовать рис. 1 с использованием основного металла соответствующего типа, указанного в таблице 6, при температуре предварительного нагрева в проходе, указанной в таблице 7. Используемый электрод должен иметь размер 0,045 дюйма или 1/16 дюйма [1,2 мм или 1,6 мм] (или ближайший к одному из них размер из числа тех, которые выпускает изготовитель, если указанные выше размеры не выпускаются). Требования к классификации на основании только дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) приведены в Секции A4.2.

Сварка должна выполняться в плоской позиции, узел должен быть в ходе сварки зажат (или иметь предварительную установку), чтобы коробление не превышало 5°. Если коробление превышает 5°, сварной узел следует отбраковать. Выпрямление опытных узлов не допускается. Узел должен быть сварен прихваточным швом при комнатной температуре и сварка должна начинаться при температуре, указанной в Таблице 7. Сварка должна продолжаться, пока максимальная температура металла перед следующим проходом не достигнет значения, указанного в таблице 7; температуру измеряют с помощью термокарандашей или поверхностных термометров на участке, показанном на рис. 1.

Для остальной части сварного шва следует поддерживать минимальную температуру предварительного нагрева и максимальную температуру металла между проходами, указанную в таблице 7. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед возобновлением сварки узел необходимо предварительно нагреть до

температуры, указанной в таблице 7. После завершения сварки и охлаждения сварного узла узел необходимо подготовить и испытать, как описано в Секциях 11, "Радиографические испытания", 12 "Испытания на разрыв", и 13, "Испытания на удар". Все испытания проводятся непосредственно после сварки, как указано в табл. 3 и 4.

9.3.2 При необходимости, опытный узел после сварки и перед удалением опытных образцов должен быть подвергнут термообработке. Термообработка после сварки может выполняться как до, так и после радиографического обследования.

9.3.2.1 Температура печи при помещении в нее опытного узла должна быть не выше 600°F [320°C]. Скорость нагрева, начиная с этой точки и до температуры, указанной в Таблице 7, не должна превышать 400°F в час [220°C в час].

9.3.2.2 Температура опытного образца должна поддерживаться на уровне, указанном в таблице 7, в течение 1 часа (-0, +15 минут).

9.3.2.3 По истечении этого времени, узел следует охладить в печи до температуры ниже 600°F [320°C] при скорости не выше 350°F в час [190°C в час]. Узел можно вынимать из печи при любой температуре ниже 600°F [320°C] и охлаждать при спокойном воздухе до комнатной температуры. Испытание узла должно проводиться в соответствии с секциями 11 – 13.

9.4 Наплавленный слой. Наплавленный слой должен подготавливаться с использованием композиционных электродов, свитых или с металлической сердцевиной, как показано на рис. 3, кроме случаев, когда в соответствии с п. 9.1, образец для анализа отбирается из сварного шва с разделкой кромок (рис. 1) или из цельносварного образца, разрушенного в ходе испытаний на разрыв. В качестве основы для наплавления слоя необходимо использовать основной металл любого подходящего размера, удовлетворяющий минимальным требованиям, установленным на рис. 2, и принадлежащий к типу, указанному в таблице 6. Поверхность основного металла, на который наносится присадочный металл, должна быть чистой. Наплавление должно выполняться в нижней позиции в несколько слоев до получения неразбавленного сварочного металла (толщиной не менее 4 слоев). Используемый электрод должен иметь размер 0,045 дюйма или 1/16 дюйма [1,2 мм или 1,6 мм], или ближайший к одному из них размер из числа тех, которые выпускает изготовитель, если указанные выше размеры не выпускаются. Температура предварительного нагрева должна быть не меньше 60°F [15°C], а температура между проходами не должна превышать значения, указанного в таблице 7. Возникающий шлак должен удаляться после каждого прохода. Наплавленный слой можно закалять в воде между проходами (температура воды не устанавливается). Размеры готовой наплавки должны соответствовать показанным на рис. 2. Испытание такого узла должно проводиться в соответствии с 10.2 и 10.3. Результаты должны удовлетворять требованиям таблицы 2.

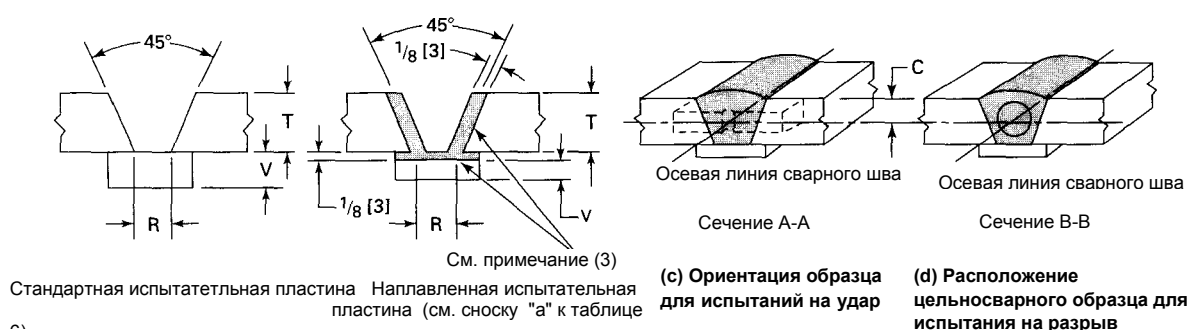
10. Химический анализ

10.1 Образец сплошного электрода или присадочного прутка должен быть подготовлен для химического анализа.



Размеры		
	дюйм	мм
C Центр образца	3/8	9.5
L Минимальная длина	10	250
P Точка измерения температуры	1	25
R Зазор между кромками	1/2	13
S Минимальное перекрытие подкладочной ленты	1/4	6
T Толщина	3/4	19
V Минимальная толщина подкладочной ленты	3/8	9
W Минимальная ширина	5	125
X Минимальная ширина подкладочной ленты	1	25
Z Минимальная обрезка	1	25

(a) Расположение образцов для испытаний на испытательной пластине



(b) Подготовка кромки испытательной панели

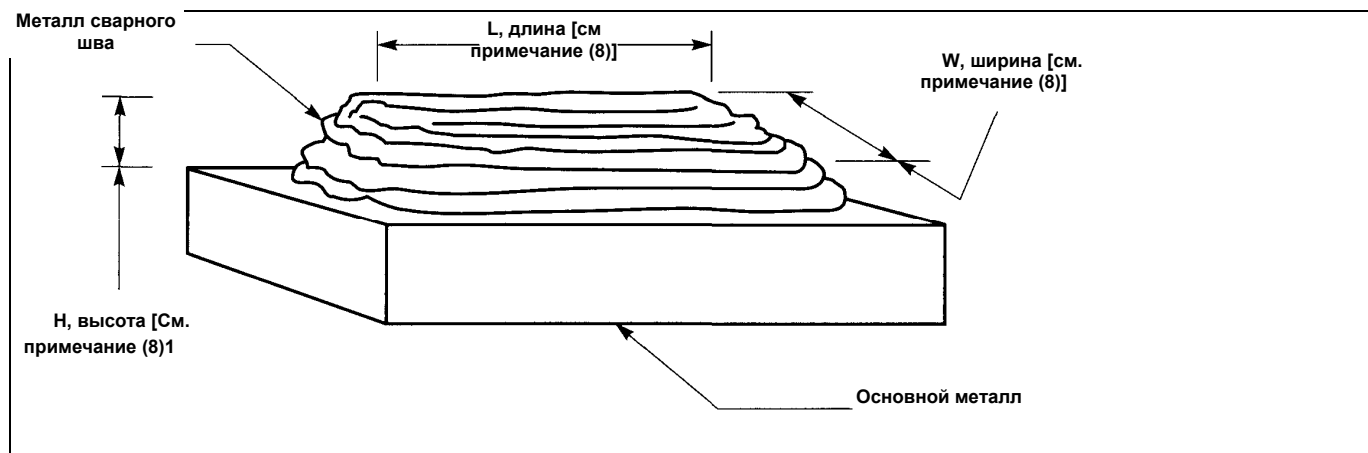
Условия испытаний для сплошных электродов [Примечания (4) и (5)]

Стандартный размер [примечание (7)]	0.045 дюйма. [1.2 мм]	¹ / ₁₆ дюйма. [1.6 мм]
Защитный газ [примечание (8)]	См. таблицу 3	См. таблицу 3
Скорость подачи проволоки	450 дюйма./мин. [190 мм/сек] ±5%	240 дюйма./мин. [102 мм/сек] ±5%
Номинальное напряжение дуги	от 27 до 32 В	от 25 до 30 В
Результирующий ток, DCEP [примечание (9)] (DCEP = электрод положительный)	от 300 до 360 А [примечание (6)]	от 340 до 420 А [примечание (6)]
Расстояние от наконечника до рабочей детали [примечание (10)]	⁷ / ₈ ± ¹ / ₈ дюйма. [22 ± 3 мм]	⁷ / ₈ ± ¹ / ₈ дюйма. [22 ± 3 мм]
Скорость перемещения	13 ± 2 дюйма./мин. [5.5 ± 1.0 мм/сек.]	13 ± 2 дюйма./мин. [5.5 ± 1.0 мм/сек.]

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям Таблицы 6. Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Перед сваркой узел можно предварительно установить, как показано на рисунке, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для облегчения отбора опытных образцов. В качестве альтернативы может использоваться сжатие или комбинация сжатия и предустановки.
- В случае необходимости, края кромок и место контакта подкладок должны быть наплавлены. Для наплавки может быть использован любой размер испытываемого электрода. См. Таблицу 6, примечание а.
- Условия испытаний композиционных электродов должны быть согласованы с производителем.
- Температура предварительного нагрева и температура между проходами для сплошных и композиционных электродов должна соответствовать таблице 7.
- Для классов ER80S-D2 [ER55S-D2], диапазон силы тока на 0.045 дюймов. [1.2 мм] должен быть от 260 до 320 А, а для ¹/₁₆ дюймов. [1.6 мм], от 330 до 410 А.
- При испытании электродов с размерами, отличающимися от указанных 0.045 дюйма и ¹/₁₆ дюйма [1,2 мм и 1,6 мм], скорость подачи проволоки (и результирующий ток), напряжение дуги и расстояние от наконечника до рабочей детали следует изменить, как необходимо. Такая конфигурация соединения не рекомендуется для электродов с размером менее 0,035 дюйма [0,9 мм].
- При использовании защитных газов или смесей, отличных от указанных в таблице 3, скорость подачи проволоки (и результирующий ток), напряжение дуги и скорость перемещения должны соответствовать согласованным между покупателем и поставщиком.
- Требуемые комбинации скорости подачи электрода, напряжения дуги и расстояния от наконечника до рабочей детали должны создавать сварочные токи в указанном диапазоне. Если значения силы тока значительно выходят за пределы этих диапазонов, это предполагает наличие ошибок при установке скорости подачи, расстояния от наконечника до рабочей детали или напряжения, либо погрешность измерительных приборов.
- Расстояние от контактного наконечника до рабочей детали, а не от колпачка устройства подачи защитного газа до детали.

РИС. 3 НАПЛАВКА ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО КОМПОЗИЦИОННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ



ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Основной металл любого удобного размера, любого типа, определенного в Таблице 6, используется как основа для наплавленного слоя.
2. Поверхность основного металла, на которую наплавляется присадочный металл, должна быть чистой.
3. Наплавление должно выполняться в нижней позиции сварки с нанесением последовательных слоев до достижения достаточной высоты наплавки.
4. Число и размер валиков изменяется в зависимости от размера электрода и ширины шва, а также использованной силы тока.
5. Температура предварительного нагрева должна быть не меньше 60°F [15°C], а температура между проходами не должна превышать уровня, указанного в таблице 7.
6. Появляющийся шлак следует удалять после каждого прохода.
7. Испытательный узел может быть закален в воде между проходами для контроля температуры металла перед нанесением следующего слоя.
8. Готовая наплавка должна иметь не менее четырех слоев в высоту (H), длину (L) с учетом припуска на зоны пуска и останова и ширину (W), достаточную для выполнения анализа. Образец для анализа должен отбираться, по крайней мере, на 3/8 дюйма [9,5 мм] выше исходной поверхности основного металла.

При проведении анализа сплошного присадочного металла на содержание элементов, входящих в состав покрытия (например, омеднение), покрытие не снимается. При проведении анализа присадочного металла на содержание элементов, которые не содержатся в покрытии, покрытие необходимо снять, если его наличие влияет на результаты анализа на содержание других элементов.

10.2 При применении композиционных присадочных металлов, свитых или с металлической сердцевиной, образец для анализа должен отбираться из металла сварного шва, наплавленного с применением данного присадочного металла, а не из самого присадочного металла. Образец для анализа можно отобрать из наплавленного металла, полученного при применении электрода и защитного газа, указанных в таблице 3. Образец можно отобрать из наплавленного слоя, подготовленного в соответствии с п. 9.4, с участка сварного шва с разделкой кромок согласно п. 9.1 или из суженного сечения разрушенного при испытаниях на разрыв образца. В спорных случаях арбитражным является метод наплавленного слоя.

Верхнюю часть наплавки, рассмотренной в п. 9.4 и показанной на рис. 2, необходимо удалить и отбраковать. Образец для анализа следует получить из нижележащего металла с применением необходимых механических средств, не ближе чем на 3/8 дюйма [9,5 мм] от поверхности основного металла, показанной на рис. 2. Проба не должна содержать шлака. Если образец отбирается из сварного шва с разделкой кромок или суженного сечения разрушенного при испытаниях на разрыв образца, материал необходимо подготовить к анализу, пользуясь необходимыми механическими средствами.

10.3 Образец, полученный в соответствии с п. 10.1 или 10.2, необходимо подвергнуть анализу с помощью приемлемых методов. В качестве арбитражного метода следует использовать ASTM E 350, *Стандартный метод химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого железа и сварочного железа*.

10.4 Результаты анализа должны отвечать требованиям к классификации испытываемых электродов, приведенным в таблице 1 (сплошные электроды) или таблице 2 (композиционные электроды).

11. Радиографические испытания

11.1 Сварной шов с разделкой кромок, описанный в п. 9.3.1 и показанный на рис. 1, необходимо подвергнуть радиографическим испытаниям для оценки бездефектности металла сварного шва. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и сварной шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основной пластины или с ровной высотой усиления шва. Допускается удаление основного металла с обеих сторон опытного образца на 1/16 дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания. Слой наплавного металла не должен быть удален более чем на 1/16 дюйма [1,5 мм] от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации рентгенограмм.

11.2 Радиографические испытания сварного шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 142. Должен использоваться уровень качества контроля 2-2T.

ТАБЛИЦА 6
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ ОПЫТНЫХ УЗЛОВ

Классификация AWS		Технические условия ASTM ^a	Номер по UNSr ^b
A5.28	A5.28M		
ER70S-B2L E70C-B2L ER80S-B2 E80C-B2	ER49S-B2L E49C-B2L ER55S-B2 E55C-B2	A387 Марка 11	K11789
ER80S-B3L E80C-B3L ER90S-B3 E90C-B3	ER55S-B3L E55C-B3L ER62S-B3 E62C-B3	A387 Марка 22	K21590
ER80S-B6 E80C-B6	ER55S-B6 E55C-B6	A387 Марка 5	S50200
ER80S-B8 E80C-B8	ER55S-B8 E55C-B8	A387 Марка 9	S50400
ER90S-B9 E90C-B9	ER62S-B9 E62C-B9	A387 Марка 91	S50460
ER80S-Ni1 E80C-Ni1	ER55S-Ni1 E55C-Ni1	A516 Марка 60, 65, или 70	K02100, K02403, или K02700
		A537 Класс 1 или 2	K12437, K21703, или K22103
		A203 Марка A или B, или HY-80 сталь в соответствии с требованиями MIL-S-16216	K22103, K21702, или J42015
E70C-Ni2 ER80S-Ni2 E80C-Ni2	E49C-Ni2 ER55S-Ni2 E55C-Ni2	A203 Марка A или B, или HY-80 сталь в соответствии с требованиями MIL-S-16216	K22103, K21703, или J42015
ER80S-Ni3 E80C-Ni3	ER55S-Ni3 E55C-Ni3	A203 Марка D или E, или HY-80 сталь в соответствии с требованиями MIL-S-16216	K31718, K32018, или J42015
ER70S-A1 ER80S-D2 E90C-D2 ER90S-D2	ER49S-A1 ER55S-D2 ER62S-D2 E62C-D2	ASTM A36, A285 Марка C, A515 Марка 70, или A516 Марка 70	K02600, K03101, K02700
ER100S-1 ER110S-1 ER120S-1	ER69S-1 ER76S-1 ER83S-1	HY-80 или HY-100 сталь в соответствии с требованиями MIL-S-16216	J42015 или J42240
E90C-K3 E100C-K3 E110C-K3 E110C-K4 E120C-K4	E62C-K3 E69C-K3 E76C-K3 E76C-K4 E83C-K4	A 514 или A 517, любая марка, или HY-80 или HY-100 сталь в соответствии с требованиями MIL-S-16216	K11511, K11576, K11625, K11630, K11646, K11683, K11856, K21604, или K21650 или J42015 или J42240
E80C-W2	E55C-W2	A 572 или A 588, любая марка, указанная в настоящих технических условиях, или A 709 Gr 50W	K02303, K02304, K02305, K02306, K11430, K12040, K12043, или K11538
ERXXS-G EXXC-G	ERXXS-G EXXC-G	См. примечание ^a	

ТАБЛИЦА 6
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ ОПЫТНЫХ УЗЛОВ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Для любого класса металла сварного шва в настоящих технических условиях может использоваться ASTM A36, A285 марка C, A515 марка 70 или A516 марка 70. В этом случае на грани канавки и контактную поверхность подкладки следует наплавить промежуточный металл, как показано на рис. 1, с помощью испытываемого электрода или электрода, при использовании которого состав металла сварного шва идентичен составу металла сварного шва, наплавленного испытываемым электродом; или с помощью электрода установленного состава, принадлежащего к классу низколегированных присадочных металлов в соответствии с другими техническими условиями AWS. Как вариант, для указанного класса металла сварного шва соответствующие основные металлы могут использоваться для изготовления опытных сварных узлов без наплавления промежуточного металла. В случае возникновения споров арбитражным методом считается применение стали A36 с наплавлением промежуточного металла.
- b. Унифицированная система числового обозначения SAE HS-1086/ASTM DS-56H для металлов и сплавов.

ТАБЛИЦА 7
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАГРЕВ, ТЕМПЕРАТУРА МЕТАЛЛА МЕЖДУ ПРОХОДАМИ И ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПОСЛЕ СВАРКИ

Классификация AWS		Температура предварительного нагрева и температура между проходами ^a		Температура термической обработки после сварки ^a	
A5.28	A5.28M	°F	°C	°F	°C
ER70S-A1	ER49S-A1				
ER80S-B2	ER55S-B2				
E80C-B2	E55C-B2	275-325	135-165	1150 ± 25	620 ± 15
ER70S-B2L	ER49S-B2L				
E70C-B2L	E49C-B2L				
ER90S-B3	ER62S-B3				
E90C-B3	E62C-B3	375-425	185-215	1275 ± 25	690 ± 15
ER80S-B3L	ER55S-B3L				
E80C-B3L	E55C-B3L				
ER80S-B6	ER55S-B6	350-450	177-232	1375 ± 25	745 ± 15
E80C-B6	E55C-B6				
ER80S-B8	ER55S-B8	400-500	205-260	1375 ± 25	745 ± 15
E80C-B8	E55C-B8				
ER90S-B9	ER62S-B9	400-600	205-320	1400 ± 25 ^o	760 ± 15 ^c
E90C-B9	E62C-B9				
E70C-Ni2	E49C-Ni2				
ER80S-Ni2	ER55S-Ni2				
E80C-Ni2	E55C-Ni2	275-325	135-165	1150 ± 25	620 ± 15
ER80S-Ni3	ER55S-Ni3				
E80C-Ni3	E55C-Ni3				
ER80S-D2	ER55S-D2				
ER90S-D2	ER62S-D2				
E90C-D2	E62C-D2				
ER80S-Ni1	ER55S-Ni1				
E80C-Ni1	E55C-Ni1				
ER100S-1	ER69S-1				
ER110S-1	ER76S-1	275-325	135-165	Нет ^b	Нет ^b
ER120S-1	ER83S-1				
E90C-K3	E62C-K3				
E100C-K3	E69C-K3				
E110C-K3	E76C-K3				
E110C-K4	E76C-K4				
E120C-K4	E83C-K4				
E80C-W2	E55C-W2				
ERXXS-G	ERXXS-G	Условия по соглашению между поставщиком и покупателем			
EXXC-G	EXXC-G				

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Данные значения температуры используются для проведения испытаний в соответствии с настоящими техническими условиями и не должны рассматриваться как рекомендуемые значения температур предварительного нагрева, между проходами и термической обработки после сварки при производственной сварке. Требования к производственной сварке устанавливаются пользователем. Они могут отличаться или не отличаться от приведенных в данной таблице.
- b. Эти классы обычно используются в состоянии непосредственно после сварки.
- c. Перед производством послесварочной термообработки охладить шов до температуры 200°F [100°C]. Выдержать при указанных

11.3 Металл сварного шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявили следующее отсутствие трещин, отсутствие неспавара, соответствие скругленных индикаторных следов радиографическим эталонам, показанным на рис. 3. При оценке радиографического снимка участки сварного шва длиной 1 дюйм (25 мм) с каждого конца опытного узла не должны приниматься во внимание.

Скругленным индикаторным следом является такой индикаторный след на радиографическом снимке, длина которого не превышает трехкратного значения ширины. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь "хвосты". Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая "хвост", если таковой имеется. Индикаторный след может указывать на пористость или наличие шлаковых включений. Следы, наибольший размер которых не превышает $\frac{1}{64}$ дюйма (0,4 мм), можно пренебречь. Опытные узлы не отвечают требованиям настоящих технических условий, если индикаторные следы на их радиографических снимках превышают наибольшие допустимые значения, показанные на радиографических эталонах (рис. 3).

12. Испытание на разрыв

12.1 Один образец металла сварного шва для испытания на разрыв, согласно секции AWS B4.0 [AWS B4.0M], должен быть механически обработан как описано в п. 9.3.1 и показано на Рис. 1, в соответствии с таблицей 5. Образец металла для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0.500 дюйма [12.5 мм] и отношение длины:диаметр 4:1. Другие размеры образца должны соответствовать Секции "Испытание на разрыв" стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M].

12.1.1 После механической обработки, но перед проведением испытания образец может подвергаться старению при температуре 200 to 220°F [95 to 105°C] в течение не более 48 часов, после чего его необходимо охладить до комнатной температуры. Информацию о назначении процесса старения см. в п. A8.3.

12.1.2 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в секции "испытания на разрыв" стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M].

12.1.3 Результаты испытания на разрыв образца металла сварного шва должны отвечать требованиям, установленным в таблице 3. В протоколах испытаний необходимо указать, в каком состоянии – после старения или без старения – проводились испытания образца.

13. Испытание на удар

13.1 Для классификаций, требующих проведения испытаний на удар в соответствии с Табл. 5, необходимо механическим способом отобрать из испытательного узла, показанного на Рис. 1, пять образцов с V-образным надрезом для испытания на удар по Шарпи в соответствии с Секцией "Испытания сварных швов на трещиностойкость" стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M].

Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность образца с V-образным надрезом для испытаний по Шарпи должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма (0,05 мм). Другие две поверхности должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхностью прямой угол с отклонением не более ± 10 минут. Надрез должен быть

выполнен механическим способом, так чтобы он был достаточно гладким и перпендикулярным продольным кромок образца с допуском 1 градус.

Геометрия надреза должна быть измерена, по крайней мере, у одного образца из пяти. Измерение выполняется при не менее чем 50-кратном увеличении на проекционно-контрольном приборе или металлографическом микроскопе. Правильное расположение надреза должно быть проверено травлением до или после механической обработки.

13.2 Эти пять образцов подвергают испытанию в соответствии с Секцией, посвященной испытаниям на удар, стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M]. Температура испытания должна соответствовать значениям, указанным в таблице 4 для соответствующего класса электрода.

13.3 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. При испытании материалов классов, для которых установлено требование 20 футо-фунт•с [27 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 15 футо-фунт•с [20 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее установленного значения уровня энергии 20 футо-фунт•с [27 Дж]. При испытании материалов классов, для которых установлено требование 50 футо-фунт•с [68 Дж], два из оставшихся трех значений должны быть не менее установленного уровня энергии 50 футо-фунт•с [68 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 40 футо-фунт•с [54 Дж], а среднее из трех значений не должно быть менее установленного значения уровня энергии 50 футо-фунт•с [68 Дж].

14. Испытание по определению содержания диффузионного водорода

14.1 Для каждого электрода, помеченного необязательным обозначением диффузионного водорода, размером 0.045 дюйма или $\frac{1}{16}$ дюйма [1.2 мм или 1.6 мм] (или размера из числа выпускаемых изготовителем, наиболее близкого к указанным, если указанные размеры не выпускаются), должно быть проведено испытание в соответствии с одним из методов, рассмотренных в стандарте AWS A4.3. Если среднее значение результатов испытаний удовлетворяет требованиям, приведенным в таблице 8, в классификационное обозначение можно включить обозначение диффундирующего водорода.

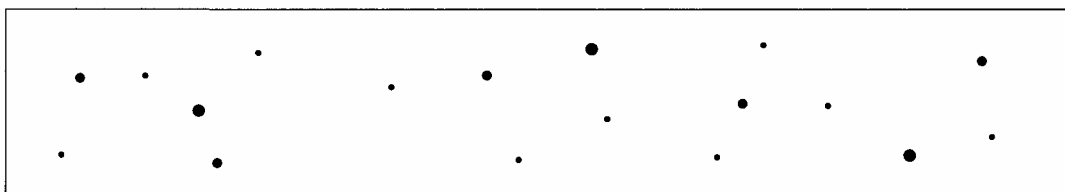
14.2 Испытание должно проводиться без повторного прокаливании или какого-либо другого кондиционирования электрода, если изготовитель не дает иных рекомендаций. Если электрод подвергается повторному прокаливанию, это необходимо отметить в протоколе испытания наряду с указанием использованного метода прокаливания.

14.3 Для сертификации соответствия требованиям к необязательному испытанию по определению содержания диффундирующего водорода эталонными являются атмосферные условия, обеспечивающие абсолютную влажность 10 гран водяного пара на фунт [1.43 g/kg] сухого воздуха во время сварки. Необходимо указать фактические атмосферные условия, а также среднее значение, полученное при испытаниях в соответствии с AWS A4.3.⁸

14.4 Если абсолютная влажность во время изготовления опытного узла равна или превышает

⁸См. A8.2 (в Приложении А).

РИС. 3 ПРИЕМОЧНЫЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ

**(а) Различные округленные индикаторные следы**

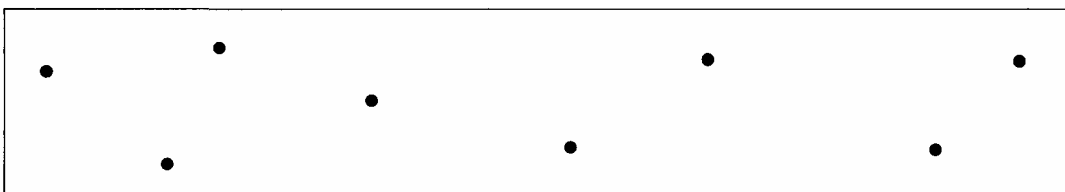
Размер от $1/64$ дюйма (0.4 мм) до $1/16$ дюйма (1.6 мм) по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) – 18 со следующими ограничениями:

Максимальное число крупных следов диаметром или длиной $3/64$ дюйма (1.2 мм) – $1/16$ дюйма (1.6 мм) – 3.

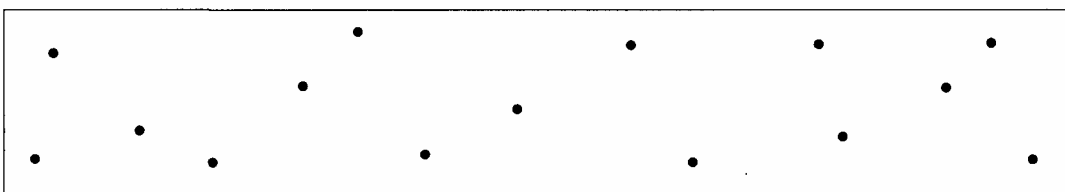
Максимальное число средних индикаторных следов диаметром или длиной $1/32$ дюйма (0.8 мм) – $3/64$ дюйма (1.2 мм) – 5.

Максимальное число мелких индикаторных следов диаметром или длиной $1/64$ дюйма (0.4 мм) – $1/32$ дюйма (0.8 мм) – 10.

**(b) Крупные округленные индикаторные следы**

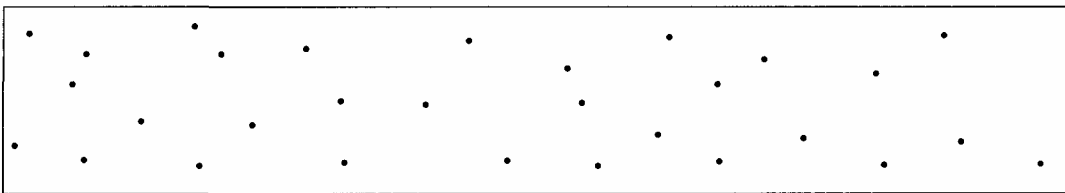
Размер от $3/64$ дюйма (1.2 мм) до $1/16$ дюйма (1.6 мм) по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) – 8.

**(с) Средние округленные индикаторные следы**

Размер от $1/32$ дюйма (0.8 мм) до $3/64$ дюйма (1.2 мм) по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) – 15.

**(d) Мелкие округленные индикаторные следы**

Размер от $1/64$ дюйма (0.4 мм) до $1/32$ дюйма (0.8 мм) по диаметру или по длине.

Максимальное число индикаторных следов на любом участке сварного шва длиной 6 дюймов (150 мм) – 30.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Для определения соответствия этим эталонам используют диаграмму, являющуюся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного образца.
2. Поскольку данные опытные сварные швы специально выполнены в лабораторных условиях для целей классификации, к ним предъявляются более жесткие радиографические требования по сравнению с условиями обычного производства.
3. Следы, наибольший размер которых не превышает $1/64$ дюйма (0,4 мм), можно пренебречь.
4. Данные эталоны эквивалентны эталонам марки 1 стандарта ANSI/AWS A5.1 "Электроды металлические покрытые из углеродистой стали для дуговой сварки. Технические условия".

ТАБЛИЦА 8
ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ
НЕОБЯЗАТЕЛЬНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ
ДИФфуЗИОННОГО ВОДОРОДА

Классификация электрода по AWS	Необязательное дополнительное обозначение диффузионного водорода ^{a, b}	Максимальное среднее содержание диффузионного водорода, ^c (мл/100г наплавленного металла)
Все	H16	16.0
Все	H8	8.0
Все	H4	4.0
Все	H2	2.0

NOTES:

ПРИМЕЧАНИЯ:

а. См. примечание а к таблице 5.

b. Данное обозначение добавляется в конец полного классификационного обозначения электрода.

c. Некоторые классы могут не соответствовать средним значениям содержания диффундирующего водорода нижних категорий (H8, H4 и H2)

эталонное значение испытание считается удовлетворяющим требованиям данных технических условий, если фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям к содержанию диффундирующего водорода для соответствующего необязательного дополнительного обозначения. Если фактические результаты испытания электрода отвечают требованиям к более низкому или самому низкому уровню содержания диффундирующего водорода, как указано в таблице 8, электрод отвечает также требованиям для обозначения, соответствующего более высокому содержанию диффундирующего водорода, без необходимости повторного испытания.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

15. Способ изготовления

Электроды и присадочные прутки, классифицированные согласно данным ТУ, могут изготавливаться любым методом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям настоящих технических условий.

16. Стандартные размеры

Стандартные размеры электродов и присадочных прутков в различных формах упаковки (прямые отрезки, бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки (см. Секцию 18 "Стандартные формы упаковки") должны соответствовать указанным в табл. 9.

17. Чистовая обработка и однородность

17.1 Все электроды и присадочные прутки должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения в композиционных электродах с металлической сердцевинной), инородных включений, которые могли бы отрицательно повлиять на сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или характеристики металла сварного шва.

17.2 Каждый непрерывный отрезок присадочного металла должен быть изготовлен из одной плавки или партии, а швы, если они есть, должны быть выполнены таким образом, чтобы не препятствовать равномерной непрерывной подаче присадочного металла на автоматическом и полуавтоматическом сварочном оборудовании.

17.3 Компоненты композиционных электродов (включая составляющие металлической сердцевинной в соответствующих композиционных электродах) должны быть достаточно равномерно распределены по длине электрода, чтобы не оказывать отрицательного влияния на рабочие характеристики электрода и свойства металла сварного шва.

17.4 На любой присадочный металл, указанный в данных технических условиях, можно нанести подходящее защитное покрытие. В качестве покрытия для материалов любого класса может использоваться медь

18. Стандартные формы упаковки

18.1 Стандартными являются следующие формы упаковки: прямые отрезки, бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры и вес каждой формы упаковки приведены в таблице 10. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

18.2 Конструкция облицовки в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычной транспортировке и эксплуатации; бобины должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы обеспечивать чистоту присадочного металла.

18.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию присадочного металла при нормальном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы обеспечивать чистоту присадочного металла. Стандартные катушки показаны на рис. 4А и 4В.

19. Требования к намотке

19.1 Электроды на катушках и в бухтах (включая и намоточные барабаны) должны наматываться без перекручивания, извивов, острых перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Внешний конец присадочного металла (тот конец, с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить, и закрепить, чтобы предотвратить разматывание.

19.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

19.3 Укладка винтов и наклон винтовой линии сплошного присадочного металла на катушках диаметром 4 дюйма [100 мм] должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от катушки и свободного размещения на плоской поверхности, мог:

(а) образовывать окружность диаметром не менее 4 дюйма (100 мм) и не более 9 дюймов (230 мм), и

ТАБЛИЦА 9
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ^a

Стандартная форма упаковки	Диаметр			Допуск (±)			
				Сплошные		Композиционные	
	дюйм		мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Прямые отрезки ^b		0.045	—	±0.001	—	±0.002	—
		—	1.2	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	¹ / ₁₆	0.062	1.6	±0.002	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.06
	⁵ / ₆₄	0.078	2.0	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	³ / ₃₂	0.094	2.4	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	¹ / ₈	0.125	3.2	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.07
	⁵ / ₃₂	0.156	4.0	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.07
	³ / ₁₆	0.188	4.8 ^c	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.06, -0.08
Бухты с бобиной и без	0.030		0.8	±0.001	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.05
	0.035		0.9	±0.001	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.05
	—		1.0	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	0.045		—	±0.001	—	±0.002	—
	—		1.2	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	0.052		—	±0.002	—	±0.002	—
	—		1.4	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	¹ / ₁₆	0.062	1.6	±0.002	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.06
	⁵ / ₆₄	0.078	2.0	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	³ / ₃₂	0.094	2.4	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	⁷ / ₆₄	0.109	2.8	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.06
	¹ / ₈	0.125	3.2	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.07
Барабаны	0.035		0.9	±0.001	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.05
	—		1.0	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	0.045		—	±0.001	—	±0.002	—
	—		1.2	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	0.052		—	±0.002	—	±0.002	—
	—		1.4	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	¹ / ₁₆	0.062	1.6	±0.002	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.06
	⁵ / ₆₄	0.078	2.0	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	³ / ₃₂	0.094	2.4	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	⁷ / ₆₄	0.109	2.8	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.06
	¹ / ₈	0.125	3.2	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.07
Катушки	0.020		0.5 ^c	±0.001	+0.01, -0.03	±0.002	+0.02, -0.05
	0.025		0.6	±0.001	+0.01, -0.03	±0.002	+0.02, -0.05
	0.030		0.8	±0.001	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.05
	0.035		0.9	±0.001	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.05
	—		1.0	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	0.045		—	±0.001	—	±0.002	—
	—		1.2	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	0.052		—	±0.002	—	±0.002	—
	—		1.4	—	+0.01, -0.04	—	+0.02, -0.05
	¹ / ₁₆	0.062	1.6	±0.002	+0.01, -0.04	±0.002	+0.02, -0.06
	⁵ / ₆₄	0.078	2.0	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	³ / ₃₂	0.094	2.4	±0.002	+0.01, -0.04	±0.003	+0.02, -0.06
	⁷ / ₆₄	0.109	2.8	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.06
	¹ / ₈	0.125	3.2	±0.002	+0.01, -0.07	±0.003	+0.02, -0.07

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Размеры, допуски и формы упаковки, отличные от указанных в данной таблице, должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.
- b. Длина должна находиться в пределах от 36 дюймов ± 1/2 дюйма [900 мм + 25, -0 мм].
- c. Не представлена в ISO 544 как стандартный размер в метрической системе измерений.

ТАБЛИЦА 10
ТРЕБОВАНИЯ К УПАКОВКЕ^а

Тип упаковки		Размер упаковки ^а		Вес нетто электрода ^б	
		дюйм	мм	фунт	кг (прибл.)
Бухты без бобин	Как установлено покупателем ^с				
Бухты с бобинами	ВД	6 ³ / ₄	170	14	6
(См. ниже)	ВД	12	300	25, 30, 50, и 60	10, 15, 20, 25, и 30
Катушки	НД	4	100	1 ¹ / ₂ и 2 ¹ / ₂	0.5 и 1.0
	НД	8	200	10, 12, и 15	4.5, 5.5, и 7
	НД	12	300	25, 30, 35, и 44	10, 15, и 20
	НД	14	360	50 и 60	20 и 25
	НД	22	560	250	100
	НД	24	610	300 600, 750, и 1000	150
	НД	30	760		250, 350, и 450
Барабаны	НД	15 ¹ / ₂	400	Как установлено покупателем ^с	
	НД	20	500		
	НД	23	600	300 и 600	150 и 300
Прямые отрезки		36 (длина)	900 (длина)	2, 5, 10, и 50	1, 2, 5, и 20

Бухты с бобиной — стандартные размеры и вес

Размер электрода	Вес нетто бухты ^б		Внутренний диаметр вкладыша		Ширина намотки электрода	
	фунт	кг (прибл.)	дюйм	мм	Дюйм, макс.	мм, макс.
Все	14	6	6- ³ / ₄ ± ¹ / ₈	170 ± 3	3	75
	25 и 30	10 и 15 20, 25, и 30	12 ± ¹ / ₈	300 ± 3	2- ¹ / ₂ или 4- ⁵ / ₈	65 или 120
	50, 60, и 65		12 ± ¹ / ₈	300 ± 3	4- ⁵ / ₈	120

Примечания:

a. По соглашению между поставщиком и покупателем могут поставляться размеры и веса нетто, отличные от указанных в таблице.

b. Допуск на вес нетто должен составлять ± 10%.

c. По соглашению между поставщиком и покупателем.

d. ВД = внутр. диам., НД = наруж диам.

(b) возвышаться над плоской поверхностью не более чем на ¹/₂ дюйма (13 мм) в любой точке

19.4 Укладка витков и наклон винтовой линии сплошного присадочного металла для всех других форм упаковки должны быть такими, чтобы образец, имеющий длину, достаточную для формирования одной петли, после отрезания от упаковки и свободного размещения на плоской поверхности

(a) образовывал окружность диаметром не менее 12 дюймов (300 мм) для материалов диаметром 0,030 дюйма (0,8 мм) и менее; или не менее 15 дюймов (380 мм) для присадочных металлов диаметром 0,035 дюйма (0,9 мм) и более, и

(b) возвышался над плоской поверхностью не более чем на 1 дюйм [25 mm] в любой точке

Некоторые виды упаковки навалом включают в себя упруго скрученную или обработанную другим способом проволоку, предназначенную для прямой подачи. Проволока, отрезанная от таких упаковок, не будет образовывать окружность. По этой причине обычные характеристики укладки и наклона винтовой линии могут не измеряться. Представленная в

таком виде проволока должна удовлетворять требованиям к намотке, установленным в пп. 19.1 и 19.2. Все методы контроля формы проволоки должны согласовываться между покупателем и поставщиком.

20. Маркировка присадочного металла

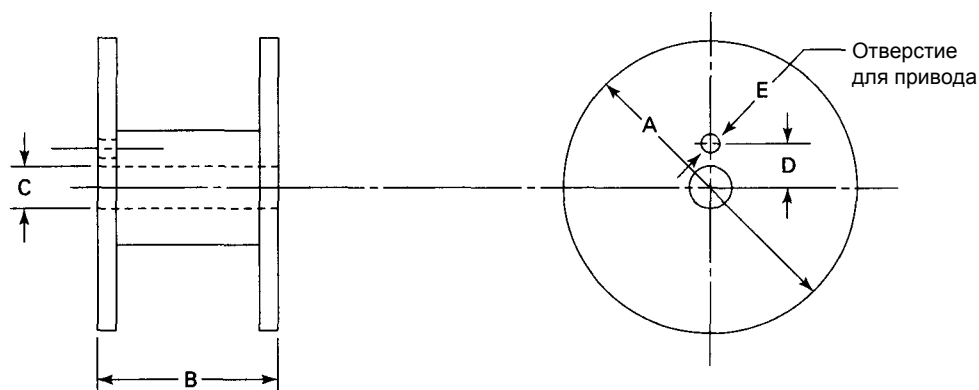
20.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно указаниям Секции 22 о маркировке каждой упаковки, должна также наноситься на каждую бухту, катушку и барабан.

20.2 Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленную к внутреннему концу проволоки в бухте.

20.3 Информационная бирка должна быть надежно закреплена на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

20.4 Катушки должны иметь такую информацию прочно нанесенной на видном месте на наружной стороне по крайней мере одного фланца.

РИС. 4А СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ – РАЗМЕРЫ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 4, 8, 12 И 14 ДЮЙМОВ [100, 200, 300, И 350 ММ]



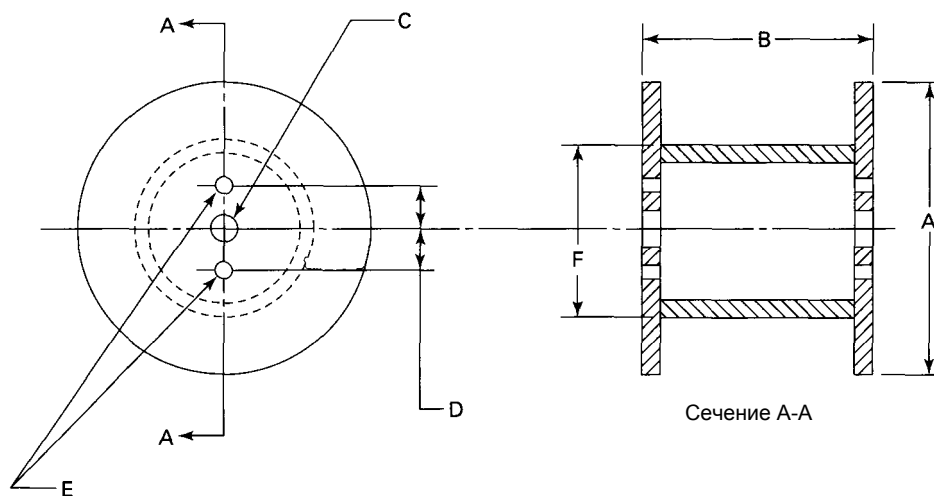
Размеры

		Катушки 4 дюйма [100 мм]		Катушки 8 дюймов [200 мм]		Катушки 12 дюймов [300 мм]		Катушки 14 дюймов [350 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Максимальный диаметр (примечание 4)]	4.0	102	8.0	203	12	305	14	355
B	Максимальная ширина	1.75	46	2.16	56	4.0	103	4.0	103
	Допуск на диаметр	±0.03	+0, -2	±0.03	+0, -3	±0.06	+0, -3	±0.06	+0, -3
C	Диаметр	0.63	16	2.03	50.5	2.03	50.5	2.03	50.5
	Допуск на диаметр	+0.01, -0	+1, -0	+0.06, -0	+2.5, -0	+0.06, -0	+2.5, -0	+0.06, -0	+2.5, -0
D	Расстояние между осями			1.75	44.5	1.75	44.5	1.75	44.5
	Допуск			±0.02	±0.5	±0.02	±0.5	±0.02	±0.5
E	Диаметр [примечание (3)]			0.44	10	0.44	10	0.44	10
	Допуск			+0, -0.06	+1, -0	+0, -0.06	+1, -0	+0, -0.06	+1, -0

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Наружный диаметр барабана должен обеспечивать правильную подачу присадочного металла.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части барабана должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
3. На каждом фланце имеются отверстия, однако совмещать их нет необходимости. Для катушек диаметром 4 дюйма (100 мм) наличия отверстия для привода не требуется.
4. Метрические размеры и допуски соответствуют ISO 544 за исключением "A", где указаны ± допуски на номинальный диаметр, а не только + допуск, который приводится здесь как максимум.

РИС. 4В СТАНДАРТНЫЕ КАТУШКИ – РАЗМЕРЫ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 22, 24, И 30 ДЮЙМОВ [560, 610, И 760 ММ]



		Размеры					
		Катушки 22 дюйма [560 мм]		Катушки 24 дюйма [610 мм]		Катушки 30 дюймов [760 мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Максимальный диаметр	22	560	24	610	30	760
B	Максимальная ширина	12	305	13.5	345	13.5	345
C	Диаметр	1.31	35.0	1.31	35.0	1.31	35.0
	Допуск на диаметр	+0.13, -0	±1.5	+0.13, -0	±1.5	+0.13, -0	±1.5
D	Межцентровое расстояние	2.5	63.5	2.5	63.5	2.5	63.5
	Допуск на межцентровое расстояние	±0.1	±1.5	±0.1	±1.5	±0.1	±1.5
E	Диаметр [Примечание (3)]	0.69	16.7	0.69	16.7	0.69	16.7
	Допуск на диаметр	+0, -0.06	±0.7	+0, -0.06	±0.7	+0, -0.06	±0.7

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Наружный диаметр барабана (размер F) должен обеспечивать правильную подачу электрода.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
3. На каждом фланце имеются два отверстия, которые на обоих фланцах должны быть совмещены с центральным отверстием.

20.5 У барабанов информационная бирка прочно крепится на видном месте на боковой стороне барабана.

21. Упаковка

Электроды и присадочные прутки должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

22. Маркировка упаковки

22.1 На каждой упаковке должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) Номер технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение AWS с учетом любого необязательного дополнительного показателя, если он применим;

(b) Наименование поставщика и торговая марка;

(c) Размер и вес нетто (см. п. 6.1);

(d) Номер партии, контроля или плавки.

22.2 Соответствующие сведения по технике безопасности⁹, приведенные в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 или его эквиваленте, должны быть разборчиво нанесены на все единицы упаковки электродов, включая индивидуальную упаковку в составе более крупной.

⁹ Типичные примеры "предупредительных этикеток" показаны на рисунках в ANSI Z49.1 для некоторых плавящихся электродов общего и специального назначения, используемых в определенных процессах сварки.

Приложение А

Руководство к техническим условиям для электродов и присадочных прутков из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа

(Данное приложение не является частью технических условий AWS A5.18/A5.18M:2005 "Электроды и присадочные прутки из углеродистой стали для дуговой сварки в среде защитного газа", а включено только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов и присадочных прутков с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. В тех случаях, когда это удается сделать и является полезным, приводится ссылка на соответствующий основной металл. Такие ссылки приводятся в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2. Система классификации

A2.1 Система классификационного обозначения электрода в настоящих технических условиях соответствует стандартной схеме, используемой в других технических условиях AWS на присадочные металлы, как это показано на Рис. A1.

A2.2 Буква "E" обозначает электрод, как в других технических условиях. Буквы "ER" указывают, что присадочный металл может использоваться в качестве электрода или присадочного прутка. Для A5.28, число 70, например, указывает на значение требуемого минимального предела прочности на разрыв металла шва, кратное 1000 фунт/кв.дюйм, минимальный предел прочности на разрыв определяется по испытательному шву, выполненному с применением электрода, отвечающего условиям сварки, которые установлены техническими условиями A5.28. Таким же образом, для A5.28M, число 49, например, указывает на значение требуемого минимального предела прочности на разрыв металла шва, кратное 10 МПа, минимальный предел прочности на разрыв определяется по испытательному шву, выполненному с применением электрода, отвечающего условиям сварки, которые установлены техническими условиями A5.28M.

Буква "S" обозначает сплошной электрод или присадочный пруток.

Буква "C" обозначает композиционный свитой электрод или композиционный электрод с металлическим сердечником. Обозначение после дефиса указывает на химический состав самого присадочного металла (для сплошных электродов и присадочных прутков) или металла шва при определенных условиях испытаний (для композиционных свитых электродов и композиционных электродов с металлическим сердечником).

Далее может следовать необязательный дополнительный указатель диффузионного водорода, (H16, H8, H4 или H2), который указывает, какому из трех значений максимального

содержания водорода (16, 8, 4 или 2 мл/100 г наплавленного металла шва) соответствует электрод при испытании в соответствии с техническими условиями AWS A4.3. Если классификационное обозначение указывает на то, что электрод соответствует более низкому или самому низкому содержанию водорода согласно таблице 8, это подразумевает, что данный электрод также соответствует всем более высоким пределам содержания водорода; при этом его маркировка соответствующим обозначением не требуется.

A2.3 Классификация "G"

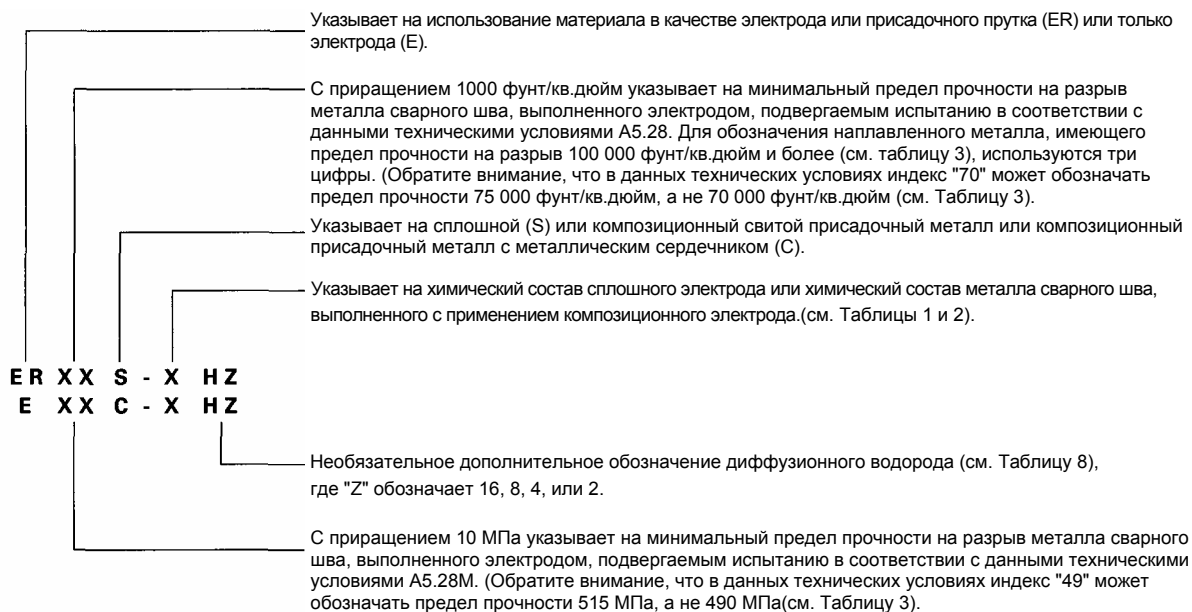
A2.3.1 Данные технические условия включают в себя присадочные металлы, относящиеся к классам ER80S-G [ER55S-G] и E80C-G [E55S-G]. Буква "G" указывает, что присадочный металл относится к общему классу. Класс называется общим, поскольку не все конкретные требования, установленные для каждого другого класса, установлены и для него. Цель создания такой классификации заключается в предоставлении возможности классифицировать в рамках настоящих технических условий те присадочные металлы, которые в том или ином отношении (например, химический состав) отличаются от всех других классов (т.е. в данном примере состав присадочного металла не соответствует химическому составу любого из классов в настоящих технических условиях). Целью является обеспечение возможности немедленной классификации полезного присадочного металла в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два присадочных металла, принадлежащих к одному классу "G", могут значительно различаться по некоторым параметрам (например, по химическому составу).

A2.3.2 Указанный выше момент различия (но необязательно величина этого различия), будет ясно виден по наличию выражений "не требуется" и "не оговорено" в настоящих технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

(a) Формулировка "не оговорено" используется в тех разделах технических условий, которые относятся к результатам какого-либо конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования к этому испытанию для данного класса не установлены.

(b) Формулировка "не требуется" используется в части технических условий, относящейся к испытаниям, проведение которых требуется для того, чтобы классифицировать присадочный металл. Она указывает на то, что проведение испытаний не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса были установлены.

РИС. A1 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ



Иными словами, если требование не оговорено, нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести присадочный металл к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность применения конкретного изделия данного класса, то ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику изделия. Покупатель должен также оговорить с поставщиком, какая именно методика испытания и приемочные требования должны использоваться при проведении этого испытания. Покупатель может выразить желание включить данную информацию, посредством документа AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*, в заказ на поставку.

A2.3.3 Запрос о введении нового класса присадочного металла

A2.3.3.1 Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса "G", изготовитель вправе потребовать установления для данного присадочного металла нового класса. Изготовитель может это сделать, пользуясь приведенной здесь процедурой. Если изготовитель предпочитает использовать класс "G", Комитет по присадочным металлам рекомендует все-таки подать запрос о введении нового класса присадочного металла, если данный присадочный металл имеет коммерческое значение.

A2.3.3.2 Запрос о введении нового класса присадочных металлов следует подавать в письменном виде и указать достаточно подробные сведения, позволяющие Комитету по присадочным металлам и сопутствующим материалам или его Подкомитету определить, необходимо ли введение нового класса или достаточно модифицировать уже существующий класс.

Запрос, в частности, должен включать в себя следующую информацию:

(a) Все классификационные требования, установленные существующей классификацией, например, химический состав и требования к механическим свойствам.

(b) Все условия проведения испытаний, использующихся для установления соответствия изделия классификационным требованиям. (Достаточно будет, например, указать, что условия сварки аналогичны условиям, применимым для других классов)

(c) Информация по описанию и использованию по назначению, привязанная к существующим классам, для данного раздела Приложения A.

Без вышеуказанной информации запрос на введение нового класса будет считаться неполным. В этом случае Секретариат вернет запрос подателю для включения дополнительной информации.

A2.3.3.3 Все запросы следует подавать в Секретариат

Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, расположенный в головном офисе AWS. После получения запроса Секретариат предпринимает следующие действия:

(a) присваивает запросу идентификационный номер, включающий дату получения запроса.

(b) подтверждает получение запроса и сообщает его идентификационный номер подателю запроса;

(c) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(d) подшивает оригинал запроса в дело;

(e) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

A2.3.3.4 Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. При задержке свыше 12 месяцев Секретарь должен

информировать подателя запроса о состоянии дел по его запросу с предоставлением копий Председателям Комитета и Подкомитетов. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по прошествии 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и Секретарь должен сообщить о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия им соответствующих мер.

A2.3.3.5 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Публикация завершенных запросов другими способами остается на усмотрение AWS.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно данным техническим условиям, соответствует стандарту AWS A5.01, *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*, как оговорено в данном документе. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, отгруженного в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. При отсутствии такого заявления в заказе на поставку поставщик может отгружать материал после проведения тех испытаний, которые обычно требуются для материала данного класса, как оговорено в спецификации программы уровня F, Таблица 1 стандарта AWS A5.01. Испытания в соответствии с любой другой программой из указанных в этой таблице должны специально оговариваться в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с указанными требованиями.

A4. Сертификация

A4.1 Факт размещения обозначения технических условий AWS, классификационных обозначений и необязательных дополнительных обозначений (при их наличии) на упаковке электродов или маркировка самого изделия означает, что поставщик (или изготовитель) сертифицирует соответствие изделий требованиям данных технических условий.

Такая сертификация свидетельствует только о том, что изготовитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса, имеющая одинаковый состав. "Сертификация" не предполагает обязательного проведения всех испытаний для образцов конкретного отгруженного материала. Испытания данного материала могут проводиться или не проводиться. Основанием для сертификации согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной "представительной выборки" и применяемая изготовителем Система обеспечения качества изготовителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01 *"Металлы присадочные. Руководство по поставке"*.

A4.2 (Необязательный) По усмотрению и за счет покупателя приемка может быть основана на результатах

любых или всех испытаний, требуемых данными техническими условиями, проведенных на полученном сваркой вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) опытном узле, показанном на рис. A2.

Необходимо подготовить один круглый цельносварной образец для испытаний на разрыв, описанный в секции "Испытания на разрыв" стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M], *"Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических характеристик"*, из сварного шва с разделкой кромок, показанного на рис. A2. Образец для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0,350 дюйма [9.0 мм] и номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4:1. Испытания образца должны проводиться в соответствии с п. 12.1. Другие размеры образца для испытаний на разрыв должны соответствовать установленным в секции "Испытания на разрыв" стандарта AWS B4.0 [AWS B4.0M].

Образец с V-образным надрезом для испытаний на ударную вязкость по Шарпи должен соответствовать описанному в Секции 14. Для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW) или плазменной дуговой сварки (PAW) применение композиционных электродов не рекомендуется.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

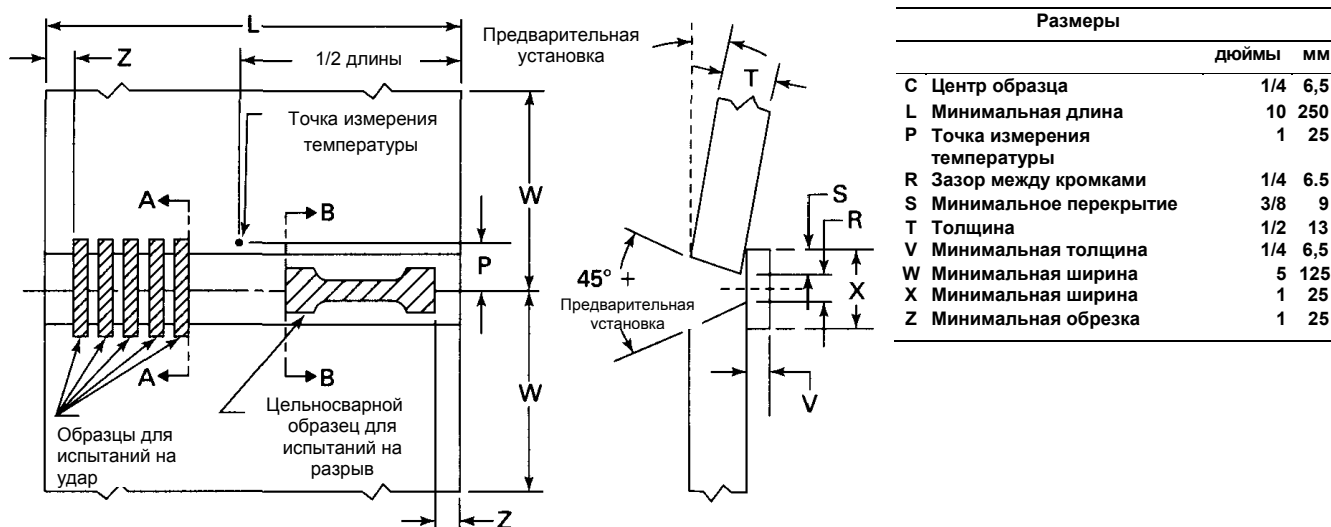
- (a) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (b) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих на данном участке;
- (c) степень выделения дымов, газов или пыли, в зависимости от применяемых материалов и процессов;
- (d) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дымам и газам, выделяющимся в зоне сварки, а также к газам и пыли на участке, где они работают;
- (e) система вентиляции на участке, где выполняется сварка.

A5.2 Подробные сведения о стандарте вентиляции, необходимой во время сварки, можно найти в стандарте ANSI Z49.1 *"Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах"* (изданном AWS), в котором рассматриваются данные вопросы. Особое внимание в этом стандарте следует обратить на секцию "Охрана здоровья и вентиляция".

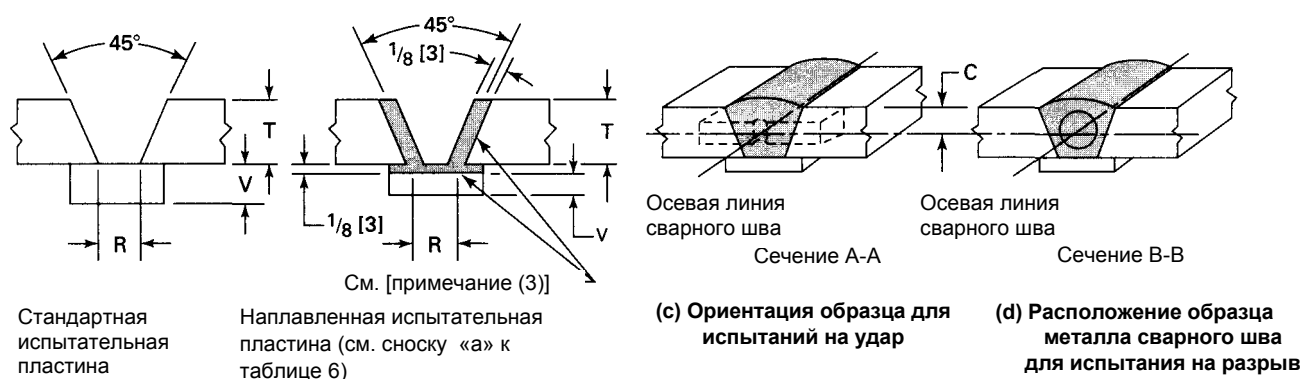
A6. Аспекты сварочных работ

A6.1 Дуговую сварку металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW) можно разделить на три категории в зависимости от режима переноса металла. Эти режимы представляют собой (1) струйный перенос (обычный или пульсирующий), (2) крупнокапельный перенос и (3) перенос коротким замыканием. В струйном, пульсирующем струйном и крупнокапельном режимах перенос происходит в виде отдельных капель, которые отделяются от электродов и поступают по столбу дуги в сварочную ванну. В режиме короткого замыкания металл наплавляется во время серии частых коротких замыканий при введении электрода в сварочную ванну.

РИС. А2 НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОПЫТНОГО СВАРНОГО ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ А08 МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗДЕФЕКТНОСТИ



(а) Расположение образцов для испытаний на испытательной пластине



(б) Подготовка канавок на испытательной пластине

	Условия испытаний сплошных прутков [Примечания (4) и (5)]	
Стандартный размер [примечание (5)]	$\frac{3}{32}$ дюйма [2,4 мм]	$\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм]
Защитный газ	Аргон [примечание (6)]	Аргон [примечание (6)]
Номинальное напряжение дуги	13–16 В	16–19 В
Результирующий ток, DCEN (DCEN = электрод отрицательный)	220–250 А	250–280 А
Температура предварительного нагрева	См. таблицу 7	См. таблицу 7
Скорость перемещения	4–6 дюймов/мин. [2,0 + 0,4 мм/сек]	4–6 дюймов/мин. [2,0 + 0,4 мм/сек]

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 6.
- Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
- Перед сваркой узел можно предварительно установить, как показано на рисунке, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для облегчения отбора опытных образцов. В качестве альтернативы может использоваться сжатие или комбинация сжатия и предустановки. В случае необходимости, края кромок и место контакта подкладок должны быть наплавлены. Для наплавки может быть использован любой размер испытываемого электрода. См. таблицу 6, примечание а.
- Условия испытаний для композиционных электродов, которые используются в качестве присадочных прутков, должны соответствовать рекомендациям изготовителя.
- При испытании размеров, отличных от приведенных выше, номинальные значения силы тока и напряжения дуги необходимо соответствующим образом изменить.
- AWS A5.32 класс SG-A.
- Температура образца при термообработке после сварки должна соответствовать таблице 7 (классификация при испытании).

A6.2 Струйный перенос

A6.2.1 В случае углеродистой стали режим струйного переноса обычно получают применением защитной газовой смеси на основе аргона, содержащей до 5 % кислорода (AWS A5.32 класс SG-AO-X, где X = 1–5) или до 15 % углекислого газа (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 5–15). Для такого защитного газа характерна однородная плазма дуги, по которой происходит перенос исключительно мелких капель в сварочную ванну со скоростью сотен капель в секунду.

A6.2.2 Струйный перенос с применением в качестве защитного газа смеси аргона с кислородом (AWS A5.32 класс SG-AO-X) или аргона с углекислым газом (AWS A5.32 класс SG-AC-Y), в первую очередь зависит от плотности тока, полярности и разогрева электрода, связанного с его сопротивлением. Скорость переноса капель резко повышается (приблизительно до 250 капель в секунду) при переходе через критический уровень тока, обычно называемый переходным током (свое значение для каждого размера электрода). При силе тока ниже данного значения перенос металла происходит крупными каплями, диаметр которых обычно превышает диаметр электрода, со скоростью 10–20 капель в секунду (крупнокапельный перенос). Переходной ток в некоторой степени также зависит от химического состава электрода. Для электродов из углеродистой стали диаметром $\frac{1}{16}$ дюйма [1,6 мм] переходной ток обычно составляет 270 А (постоянный ток при положительном электроде [dcsp]). Для данного типа сварки применение переменного тока не рекомендуется, так как он не обеспечивает создания стабильной дуги.

A6.2.3 Пульсирующий струйный перенос Пульсирующий струйный перенос металла аналогичен описанному выше струйному переносу, однако имеет место при более низкой средней силе тока. Более низкая средняя сила тока достигается при быстрой пульсации сварочного тока между верхним уровнем, при котором происходит быстрый перенос металла в струйном режиме, и нижним уровнем, при котором перенос отсутствует. При типовой скорости 60–120 импульсов в секунду расплавленная капля образуется под действием дуги с низкой силой тока, а затем «отжимается» импульсом с высокой силой тока. Этот режим позволяет выполнять сварку во всех позициях.

A6.3 Крупнокапельный перенос Режим переноса, который характеризуется использованием в качестве защитного газа 100 % CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C), является крупнокапельным. Обычно при крупнокапельном переносе используется низкое напряжение дуги, чтобы свести к минимуму разбрызгивание. При этом длина дуги сокращается, что обеспечивает глубокое погружение дуги и уменьшает разбрызгивание металла за пределы сварочной ванны. Для данного типа переноса обычно применяются электроды диаметром от 0,045 дюйма до $\frac{1}{16}$ дюйма [1,2–1,6 мм] и используется сварочный ток, сила которого находится в пределах 275–400 А (постоянный ток при положительном электроде). Скорость переноса крупных капель колеблется в пределах от 20 до 70 капель в секунду и зависит от размера электрода, силы тока, полярности и напряжения дуги.

A6.4 Перенос коротким замыканием Этот режим переноса получают при применении электродов малого диаметра (0,030–0,045 дюйма [0,8–1,2 мм]) и низких значениях напряжения и силы тока дуги, а также при использовании источников питания, специально предназначенных для переноса коротким замыканием.

Электрод замыкается на металл шва обычно со скоростью 50–200 импульсов в секунду. При каждом коротком замыкании происходит перенос металла, но не через дугу. В качестве защитных газов при дуговой сварке металлическим электродом из углеродистой стали в режиме короткого замыкания обычно применяются смеси аргона и CO₂ (AWS A5.32 класс SG-AC-Y) или только CO₂ (AWS A5.32 класс SG-C). В случае применения только CO₂ такие швы обладают большим проплавлением, чем в случае применения смеси CO₂ с аргоном. Смеси, содержащие 50–80 % аргона и остальную часть CO₂ (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 20–50), могут обладать некоторыми преимуществами при сварке тонких материалов. Однако защитные смеси, содержащие от 50 % до 70 % и остальную часть CO₂ (AWS A5.32 класс SG-AC-Y, где Y = 30–50), в газообразном состоянии являются нестабильными и должны приготавливаться из составляющих газов непосредственно перед применением. Они обеспечивают низкое проплавление, более высокую скорость создания короткого замыкания и более низкие минимальные значения силы тока и напряжения по сравнению с чистым CO₂. При сварке тонких листов это может оказаться преимуществом.

Независимо от вида используемого газа, общее количество погонной энергии ограничивает проплавку. Поэтому, многие в данном процессе задают пределы толщины материала, не превышающей $\frac{1}{2}$ дюйма [13 мм].

A7. Описание и предполагаемое применение электродов и присадочных прутков

A7.1 Ниже приводится описание характеристик и предполагаемого применения присадочных металлов, классифицируемых в соответствии с данными техническими условиями. Требования к обозначениям и химическому составу для всех классов приведены в таблицах 1 и 2 данных технических условий. Механические характеристики металла шва, выполненного с применением присадочных металлов различных классов, будут соответствовать минимальным требованиям, представленным в таблицах 3 и 4 данных технических условий. Этот сплав имеет превосходную устойчивость к растрескиванию и более пригоден для швов, дополнительная обработка которых не производится, или если точность послесварочной термической обработки вызывает сомнения.

A7.2 Следует отметить, что характеристики шва могут значительно зависеть от диаметра присадочного металла, а также силы тока, толщины листа, геометрии соединения, температуры предварительного нагрева и температуры между проходами, состояния поверхности, состава основного металла и степени его легирования присадочным металлом и защитного газа. Например, при наплавлении присадочных металлов, имеющих химический состав в соответствии с таблицей 1, химический состав металла шва не будет сильно отличаться от состава присадочного металла в состоянии после изготовления, если в качестве защитного газа применяется смесь аргона и кислорода. Тем не менее, будет происходить заметное уменьшение содержания марганца, кремния и других раскислителей при применении в качестве защитного газа CO₂.

A7.3 Класс ER70S-A1 [ER49S-A1] ($\frac{1}{2}$ Мо)

Присадочный металл этого класса схож со многими углеродистыми сталями, входящими в классификацию AWS A5.18/A5.18M, за исключением добавления 0,5 % молибдена. Эта добавка увеличивает прочность металла сварного шва,

особенно при высоких температурах, и несколько увеличивает сопротивление коррозии; тем не менее, она может уменьшить ударную вязкость металла сварного шва. Типичное применение включает сварку основного металла из С-Мо стали, как например, листовые материалы 204 ASTM и трубы A335-P1.

A7.4 Классы ER80S-B2 [ER55S-B2] и E80C-B2 [E55C-B2] ($1\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo). Присадочные металлы этих классов используются для сварки $\frac{1}{2}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo, 1Cr- $\frac{1}{2}$ Mo и $1\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo сталей, предназначенных для работы при повышенных температурах и в агрессивной среде. Они также используются для сварки разнородных сочетаний Cr-Mo и углеродистых сталей. При дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа могут использоваться все режимы переноса металла. Чтобы избежать растрескивания, необходимо осуществлять тщательный контроль температуры предварительного нагрева, температуры между проходами и термической обработки после сварки. Классификация этих электродов производится в состоянии после термической обработки после сварки. При их применении в состоянии непосредственно после сварки необходимо соблюдать особую осторожность по причине более высокой прочности электродов.

A7.5 Классы ER70S-B2L [ER49S-B2L] и E70C-B2L [E49C-B2L] ($1\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo). Эти присадочные металлы идентичны классам ER80S-B2 и E80C-B2, за исключением низкого содержания углерода (максимум 0,05%) и связанной с этим более низкой прочности. Это также уменьшает твердость и при некоторых условиях улучшает стойкость к коррозии. Этот сплав более устойчив к растрескиванию и лучше подходит для случаев когда швы оставляют без послесварочной обработки, или когда точность послесварочной термообработки не может быть гарантирована. В издании A5.28-79 эти классы имели обозначение ER80S-B2L и E80C-B2L. В настоящем издании были изменены требования к прочности и классификационное обозначение, которые теперь более точно отражают прочностные характеристики химического состава.

A7.6 Классы ER90S-B3 [ER62S-B3] и E90C-B3 [E62C-B3] ($2\frac{1}{4}$ Cr-1 Mo). Присадочные металлы этих классов используются для сварки сталей $2\frac{1}{4}$ Cr-1Mo, применяемых для изготовления трубопроводов и сосудов давления, работающих при высоких температурах. Они могут также использоваться для комбинированных соединений Cr-Mo и углеродистой стали. Можно использовать все режимы дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW). Чтобы избежать растрескивания, необходимо осуществлять тщательный контроль температуры предварительного нагрева, температуры между проходами и термической обработки после сварки. Классификация этих электродов производится в состоянии после термической обработки после сварки. При их применении в состоянии непосредственно после сварки необходимо соблюдать особую осторожность по причине более высокой прочности электродов.

A7.7 Классы ER80S-B3L [ER55S-B3L] и E80C-B3L [E55C-B3L] ($2\frac{1}{4}$ Cr-1 Mo). Эти присадочные металлы идентичны классам ER90S-B3 и E90C-B3, за исключением низкого содержания углерода (максимум 0,05%) и связанной с этим более низкой прочности. Эти сплавы обладают большей устойчивостью к растрескиванию и более пригодны для сварки швов, дополнительная обработка которых не производится. В издании A5.28-79 эти классы имели обозначение ER90S-B3L и E90C-B3L.

В настоящем издании были изменены требования к прочности и классификационное обозначение, которые теперь более точно отражают прочностные характеристики химического состава.

A7.8 Классы ER80S-Ni1 [ER55S-Ni1] и E80C-Ni1 [E55C-Ni1] (1.0 Ni). Эти присадочные металлы позволяют получить металл шва, аналогичный тому, который дают покрытые электроды E8018-C3, и применяются для сварки низколегированных высокопрочных сталей, требующих хорошей ударной вязкости при температуре до -50°F [-45°C].

A7.9 Классы ER80S-Ni2 [ER55S-Ni2], E70C-Ni2 [E49C-Ni2], и E80C-Ni2 [E55C-Ni2] ($2\frac{1}{4}$ Ni). Эти присадочные металлы позволяют получить металл шва, аналогичный тому, который дают электроды E8018-C1. Обычно они применяются для сварки сталей, содержащих 2,5% никеля, и других материалов, требующих хорошей ударной вязкости при температуре до -80°F [-60°C].

A7.10 Классы ER80S-Ni3 [ER55S-Ni3] and E80C-Ni3 [E55C-Ni3] ($3\frac{1}{4}$ Ni). Эти присадочные металлы позволяют получить металл шва, аналогичный тому, который дают электроды E8018-C2. Обычно они применяются для сварки стали, содержащей 3,5% никеля, работающих при низких температурах.

A7.11 Классы ER80S-D2 [ER55S-D2], ER90S-D2 [ER62SD2], и E90C-D2 [E62C-D2] ($\frac{1}{2}$ Mo). К материалам классов ER80S-D2 и ER90S-D2 предъявляются те же требования по химическому составу, которые применяются для класса E70S-1B технических условий AWS A5.18-69. Разница между классами ER80S-D2 и ER90S-D2 заключается в применении другого защитного газа и изменении требований к механическим характеристикам, которые перечисляются в таблице 3. Присадочные металлы этих классов содержат молибден, добавляемый для увеличения прочности, и большой процент раскислителей (Mn и Si), добавляемых для контроля пористости при сварке с использованием в качестве защитного газа CO₂. Они обеспечивают получение швов с высоким уровнем качества, определяемым при радиографическом контроле, и отличным внешним видом валика при сварке как обычных, так и с трудом поддающихся сварке углеродистых и низколегированных сталей. Они также обеспечивают отличные характеристики при сварке в произвольной позиции в режиме короткого замыкания и импульсно-дуговой сварки.

Бездефектность и прочность шва делают присадочный металл этого класса удобным для одно- и многопроходной сварки различных углеродистых и низколегированных сталей, обладающих более высокой прочностью, как в состоянии непосредственно после сварки, так и с применением послесварочной термической обработки. Химический состав этих классов отличается от состава электродов типа "-D2" в технических условиях AWS A5.5.

A7.12 Классы ER100S-1 [ER69S-1], ER110S-1 [ER76S-1] и ER120S-1 [ER83S-1]. Эти присадочные металлы позволяют получать очень прочный, обладающий высокой вязкостью металл шва для применения в критических условиях. Первоначально разработанные для сварки сталей HY80 и HY100 в военных целях, они также используются для изготовления различных конструкций, для которых требования к пределу прочности на разрыв превышают 100 кфунт/кв. дюйм (690 МПа) и требуется отличная вязкость при температурах до -60°F (-51°C). Механические характеристики металла, наплавленного с применением этих электродов, различаются в зависимости от погонной энергии.

A7.13 Классы ER80S-B6 [ER55S-B6], E80C-B6 [E55C-B6] (5 Cr- $\frac{1}{2}$ Mo). Материалы этого класса содержат 4.5 – 6.0 % хрома и около 0.5 % молибдена. Они применяются для сварки материала сходного состава, обычно в форме труб. Данный сплав является самозакаляющимся, поэтому в случае его применения необходимы предварительный нагрев и послесварочная термическая обработка. Электроды данного класса аналогичны электродам класса ER502 в технических условиях AWS A5.9-93.

A7.14 Классы ER80S-B8 [ER55S-B8], E80C-B8 [E55C-B8] (9 Cr-1 Mo). Материалы этого класса содержат 8,0 - 10,5% хрома и около 1,0% молибдена. Присадочный металл этого класса применяется для сварки основного металла сходного состава, обычно в форме труб. Данный сплав является самозакаляющимся, поэтому в случае его применения необходимы предварительный нагрев и послесварочная термическая обработка. Электроды данного класса аналогичны электродам класса ER505 в технических условиях AWS A5.9-93.

A7.15 Классы ER90S-B9 [ER62S-B9], E90C-B9 [E62C-B9] [9 Cr-1 Mo-0.2V-0.07Nb(Cb)]. К классам ER90SB9 [ER62S-B9] и E90C-B9 [E62C-B9] относятся сплошная проволока 9Cr-1Mo с добавлением ниобия и ванадия для увеличения вязкости, прочности, усталостной стойкости, сопротивления окислению и коррозионной стойкости при повышенных температурах. Благодаря улучшенным характеристикам данного сплава при высоких температурах, элементы, изготавливаемые сейчас из нержавеющей и ферритных сталей, могут изготавливаться из одного сплава, что позволяет избежать проблем, связанных с разнородными сварными швами.

В дополнение к классификационным требованиям, установленным в данных технических условиях, необходимо определить либо ударную вязкость, либо предел текучести при высоких температурах. В связи с влиянием различных уровней углерода и ниобия конкретное содержание элементов и проведение конкретных испытаний должно согласовываться между поставщиком и покупателем.

Термическая обработка для этого сплава является критической и должна внимательно контролироваться. Температура, при которой микроструктура полностью трансформируется в мартенсит (Mf), относительно низка; следовательно, по окончании сварки и перед производением послесварочной термообработки рекомендуется охладить шов как минимум до 200°F [93°C], чтобы увеличить возможность трансформации мартенсита. Максимальная допустимая температура послесварочной термообработки также является критической, и нижний предел температуры трансформации (Ac1) также относительно низок. Когда применяется вспомогательное вещество для правильной послесварочной термообработки, учитываются ограничения к использованию Mn + Ni (См. Табл. 1, Примечание j и Табл. 2, Примечание g). проконсультироваться у поставщика (дополнительную информацию можно найти в п. A2.3). Сочетание элементов Mn и Ni имеет свойство понижать температуру Ac1 до точки, где температура послесварочной термообработки приближается к температуре Ac1, вызывая возможную частичную трансформацию микроструктуры. Применяя ограничения к использованию Mn + Ni, можно удерживать

температуру послесварочной термообработки на уровне ниже Ac1, что позволит избежать частичной трансформации.

A7.16 Классы E90C-K3 [E62C-K3], E100C-K3 [E69C-K3] и E110C-K3 [E76C-K3]. С помощью некоторых электродов этого класса получают металл сварного шва, имеющий типичный химический состав: 1,5 % никеля и до 0,35 % молибдена. Эти электроды применяются, когда требуется произвести сварной шов повышенной прочности в минимальных пределах текучести 80-110 кфунт/кв. дюйм (550-760 МПа) и прежде всего предназначены для использования после сварки. Такие электроды применяются при сварке кораблей, морских гидросооружений и многих других конструкций, где требуется устойчивость к пониженным температурам. Применяются для сварки сталей HY-80, HY-100, ASTM A 710, A 514, A 517 и других сталей повышенной прочности. С помощью других электродов этого класса получают наплавные металлы с высоким содержанием магния, никеля и молибдена, которые обычно имеют более высокую прочность. Обычно применяются для сварки сталей HY-100, A 514 и A 517.

A7.17 Класс E110C-K4 [E76C-K4], E120C-K4 [E83C-K4] С помощью электродов этого класса получают наплавные металлы такого же состава, что и с помощью электродов класса EXXS-K3, но с добавлением 0,5 % хрома. Дополнительное включение в сплав позволяет достигать более высокого предела прочности на разрыв 120 000 фунт/кв. дюйм [830 МПа], например для сварки броневых листов.

A7.18 Классы E80C-W2 [E55C-W2] (Атмосферостойкая сталь). Этот класс электродов разработан для получения металла сварного шва, который удовлетворяет условия устойчивости к коррозии и цвету для атмосферостойкой конструкционной стали ASTM, такой как A 242, A 588 и A 709, марка 50W. Эти свойства достигаются при добавлении 0,5 % меди в металл сварного шва. Для соответствия требованиям к прочности, вязкости и ударной вязкости металла сварного шва также используются добавки хрома и никеля.

A7.19 Классы ERXXS-G и EXXC-G. Электроды и присадочные прутки класса ERXXS-G и электроды класса EXXC-G представляют собой присадочные металлы, которые не включены в предыдущие классы и для которых установлены только некоторые требования к механическим свойствам. Данные электроды предназначены как для однопроводной, так и для многопроводной сварки. Относительно химического состава, характеристик и предполагаемого применения материалов данных классов следует

A8. Особые испытания

A8.1 Для определения пригодности материалов в некоторых случаях могут потребоваться дополнительные испытания. В таких случаях могут назначаться дополнительные тесты для определения таких свойств как твердость, коррозионная устойчивость, а также механических свойств при более высоких или более низких рабочих температурах. Положения о заказе таких испытаний устанавливаются стандартом AWS A5.01

"Металлы присадочные. Руководство по поставке". Данный раздел приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания. Эти испытания могут проводиться по соглашению между поставщиком и покупателем.

A8.2 Диффузионный водород

A8.2.1 При сварке нелегированных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,3% или менее, а также менее прочных легированных сталей, растрескивания металла шва или зоны термического воздействия под действием водорода обычно не происходит. Тем не менее, электроды данного класса иногда используются для сварки углеродистых сталей с более высоким содержанием водорода или низколегированных высокопрочных сталей, при котором растрескивание под действием водорода может представлять собой серьезную проблему.

A8.2.2 Для сварки сталей с низким содержанием водорода обычно применяется дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW) и дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW). Тем не менее, по мере увеличения прочности или твердости металла шва или зоны термического воздействия снижается концентрация диффузионного водорода, вызывающего растрескивание при определенных условиях снижения нагрузки и уменьшения погонной энергии. При использовании этих процессов может потребоваться оценка выделяющегося при сварке диффузионного водорода. Такое растрескивание обычно происходит (и его можно обнаружить) через несколько часов после охлаждения. Оно может проявляться в виде поперечных трещин в шве, продольных трещин (особенно в корневых валиках) и внешних трещин по границе шва или трещин под валиком в зоне термического воздействия.

A8.2.3 Поскольку фактический уровень диффундирующего водорода сильно влияет на тенденцию образования трещин под его воздействием, может оказаться желательным измерить содержание диффундирующего водорода, связанное с конкретным электродом. Соответственно, в настоящие технические условия включены необязательные дополнительные обозначения содержания диффундирующего водорода для указания максимального среднего значения, полученного при строго определенных условиях испытания согласно стандарту AWS A4.3 *"Сварка дуговая. Стандартные методы определения содержания диффундирующего водорода в мартенситной, бейнитной и ферритной стали сварного шва."*

Электроды, маркированные как соответствующие более низкому или самому низкому предельному содержанию водорода, как указано в таблице 7, рассматриваются также как соответствующие более высоким предельным значениям, даже если это не указано в классификационном обозначении электрода. Таким образом, например, электрод с обозначением "H4" отвечает также требованиям "H8" и "H16", хотя и не имеет такого обозначения.

A8.2.4 При пользовании этой информацией следует помнить, что фактические производственные условия могут обусловить значения содержания диффузионного водорода, отличные от указанных в обозначении.

A8.2.4.1 Загрязнение поверхности. Ржавчина, грунтовочное покрытие, составы, уменьшающие разбрызгивание, грязь и смазка могут влиять на содержание

диффузионного водорода. Следовательно, применение стандартных тестов по определению содержания диффундирующего водорода при классификации сварочных материалов требует предварительной очистки тестируемого образца от загрязнений. Стандарт AWS A4.3 особенно выделяет процедуру очистки тестируемого материала.

A8.2.4.2 Влага в защитном газе.

Защитный газ также может служить источником влаги, попадающей на сварочную дугу. Защитные газы, классифицированные в стандарте AWS A4.3/AWS A4.3M имеют максимальную точку конденсации, при которой газы рассматриваются как достаточно "сухие" для сварки. Применение защитных газов с максимальной точкой конденсации позволяет избежать попадания влаги по причине ее наличия в защитном газе. Подающий канал защитного газа должен быть установлен таким образом, чтобы исключить возможность попадания влаги в газ во время его прохода из источника к дуге.

A8.2.5 Использование при сварке эталонных атмосферных условий необходимо из-за того, что дуга всегда не имеет достаточной защиты. Влага из воздуха, помимо содержащейся в электроде или газе, может попасть в зону дуги и затем в сварочную ванну, увеличивая общее обнаруженное содержание диффундирующего водорода. Это влияние можно свести к минимуму, поддерживая подходящую скорость подачи газа и как можно более короткую длину дуги при сохранении ее стабильности. Иногда некоторое количество воздуха будет смешиваться с газом и добавлять свою влажность к другим источникам диффундирующего водорода. Существует вероятность, что этот дополнительный диффундирующий водород оказывает значительное влияние на результат испытаний по определению содержания диффундирующего водорода. По этой причине имеет смысл установить эталонные атмосферные условия. Эталонными являются атмосферные условия с содержанием влаги 10 гран на фунт [1,43 г на кг] сухого воздуха, что соответствует относительной влажности 10% при температуре 70°F [18°C] и атмосферном давлении 29,92 дюйма рт. ст. [760 мм]. Фактические условия, измеренные с помощью калиброванного психрометра, равные или превышающие эти эталонные условия, обеспечивают гарантию того, что условия сварки не снизят окончательные результаты испытаний.

A8.3 Старение образцов для испытаний на разрыв.

Наплавленный металл сварного шва может в течение некоторого времени после выполнения шва содержать значительное количество водорода. Большая часть этого водорода постепенно улетучивается со временем. Этот процесс может продолжаться от нескольких недель при комнатной температуре до нескольких часов при повышенной температуре. В результате такого возможного изменения уровня водорода пластичность металла сварного шва увеличивается до характерного для этого металла значения, в то время как предел текучести, прочность на разрыв и ударная вязкость практически не изменяются. Данные технические условия допускают старение образцов для испытаний на разрыв при повышенной температуре в течение не более 48 часов перед проведением собственно испытаний на разрыв. Целью такой обработки является ускорение удаления водорода из испытательного образца для сведения к минимуму несоответствий в ходе испытаний.

Операция старения иногда используется для наплавов, выполненных электродами с низким содержанием водорода, особенно при испытаниях высокопрочных наплавов. Необходимо иметь в виду, что при проведении операции старения может потребоваться выдержка испытательных образцов при комнатной температуре в течение нескольких дней или выдержка при более высоких температурах в течение более короткого времени. В связи с этим пользователям настоятельно рекомендуется использовать адекватную температуру предварительного нагрева и температуру между проходами, чтобы избежать вредного влияния водорода в промышленных сварных швах. Потребитель, по взаимному согласию с поставщиком, производит операции термического старения с образцами, в отношении которых запрещены все виды механического тестирования, в соответствии с перечнем I или J стандарта AWS A5.01.

A9. Отмененные классы

Некоторые классы присадочных металлов по мере выхода новых редакций настоящих технических условий были отменены. Причиной этого послужили либо изменения в торговой практике, либо системе классификации, принятой в настоящих технических условиях. В течение срока действия настоящих технических условий были отменены классы, перечисленные ниже (по годам их последнего включения в настоящие технические условия):

Отмененный класс	Год публикации	Заменяющий класс
ER100S-2	1979	-
ER80S-B2L	1979	ER70S-B2L
E80C-B2L	1979	E70C-B2L
ER90S-B3L	1979	ER80S-B3L
E90C-B3L	1979	E80C-B3L

A10. Общие положения техники безопасности

ПРИМЕЧАНИЕ: Вопросы безопасности и здоровья находятся за пределами данного стандарта и, следовательно, не обсуждаются здесь полностью. Некоторую информацию по безопасности и здоровью можно найти в Секции A5. Информация по безопасности и здоровью доступна из других источников, включая Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные в п. A10.2, ANSI Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*¹⁰ и соответствующие местные и государственные нормативные акты, но не ограничивается этими источниками.

¹⁰Стандарты ANSI Z49.1 изданы Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

A10.1 Таблицы данных по безопасности и здоровью.

Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные ниже, изданы Американским Обществом по Сваре (AWS). Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Таблицы данных по безопасности и здоровью периодически изменяются и к ним добавляются новые данные.

A10.2 Указатель по таблицам данных по безопасности и здоровью (SHF)

№	Заголовок
1	Дымы и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Сварочные пары хрома и никеля
5	Угроза электрического шока
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Защита от механических повреждений
9	Предотвращение падений
10	При падении объектов
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономичность сварочного оборудования
14	Графические символы на предупредительных знаках
15	Руководство по оформлению документов по здоровью
16	и безопасности
17	Регуляторы скорости и сварка
18	Электрические и магнитные поля (EMF)
19	Отключение питания и вывешивание
20	предупреждающих ярлыков
21	Лазерная сварка и безопасность при резке
22	Безопасное термическое напыление
23	Точечная контактная сварка
24	Выход кадмия при сварке и сопутствующих процессах
25	Калифорнийское предложение 65
26	Флюсы для дуговой сварки и пайки: безопасное обращение и использование
27	Электроды из торированного вольфрама
29	Заземление переносных, установленных на транспортном средстве сварочных генераторов

ЭЛЕКТРОДЫ ТРУБЧАТЫЕ С ФЛЮСОВЫМ СЕРДЕЧНИКОМ ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.29/SFA-5.29M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.29/A5.29M:2005.
При возникновении споров арбитражным будет текст AWS.)

1. Область применения

1.1 Настоящие Технические условия устанавливают требования к классификации трубчатых электродов с флюсовым сердечником из низколегированной стали для дуговой сварки. Электроды с металлическим сердечником из низколегированной стали классифицируются в соответствии со стандартом ANSI/AWS A5.28-96, *Присадочные металлы на основе низколегированной стали для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа. Технические условия*¹. Железо является единственным элементом, содержание которого в металле, наплавленном электродами, классификация которых приведена в данном документе, может превышать 10,5%.

1.2 Вопросы безопасности и охраны здоровья не входят в область описания данного стандарта и, соответственно, раскрываются здесь не в полной мере. Некоторые сведения относительно безопасности и охраны здоровья можно найти в необязательном Приложении, Секции A5 и A9. Информацию по вопросам безопасности и охраны здоровья можно получить из других источников, например (но не исключительно) из ANSI Z49.1², а также из соответствующих федеральных и местных законов.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ). Размеры, приведенные в тех и других единицах, не являются равными с абсолютной точностью; поэтому каждую систему следует использовать независимо от другой и избегать любого их комбинирования при описании свойств металла сварного шва. Технические условия с обозначением A5.29 используют единицы США. Технические условия с обозначением A5.29M используют единицы СИ. Последние указаны в скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и рисунков. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера электродов или деталей как по техническим условиям A5.29, так и по техническим условиям A5.29M.

2. Ссылки на нормативы

Указанные ниже стандарты содержат требования, которые с помощью соответствующих ссылок входят в состав требований

данного стандарта AWS. В случае ссылок на датированные источники не следует автоматически применять последующие дополнения и изменения данных публикаций. Тем не менее, при заключении какого-либо соглашения на основе данного стандарта AWS заинтересованным сторонам рекомендуется изучить возможность применения самых последних изданий указанных документов. В случае ссылок на недатированные источники, следует применять последнее издание указанного документа.

2.1 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующие стандарты AWS:

- (a) AWS A4.3, Стандартные методы определения содержания способного к диффузии водорода в металле сварного шва из мартенситных, бейнитных и ферритных сталей, сваренного методом дуговой сварки
- (b) AWS A5.01, Руководство по приобретению присадочного металла
- (c) AWS A5.32/A5.32M, Технические условия для защитных газов, применяемых при сварке
- (d) AWS B4.0 или B4.0M, Стандартные методы механических испытаний сварных швов

2.2 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующий стандарт ANSI:

- (a) ANSI Z49.1, Безопасность сварки, резки и связанных с ними процедур.

2.3 В обязательных частях данного документа имеются ссылки на следующие стандарты ASTM³

- (a) ASTM A 36/A 36M, *Технические условия на углеродистую конструкционную сталь.*
- (b) ASTM A 203/A 203M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, никелевая сталь.* Технические условия
- (c) ASTM A 285/A 285M, *Технические условия Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, с низким и средним пределом прочности на разрыв*
- (d) ASTM A 302/A 302M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, марганцевомолибденовая и марганцевомолибденоникелевая. Технические условия.*

¹ Стандарты AWS можно приобрести в Американском Обществе по сварке, по адресу: 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Стандарты ANSI можно приобрести в Американском национальном институте стандартов, по адресу: 25 West 43rd Street, Fourth Floor, New York, NY 10036.

³ Стандарты ASTM можно получить по адресу: ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959

(e) ASTM A 387/A 387M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, легированная, хромомолибденовая сталь. Технические условия*

(f) ASTM A 514/A 514M, *Сталь толстолистовая с высоким пределом текучести, закаленная и отпущенная, сварочная. Технические условия.*

(g) ASTM A 537/A 537M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, термообработанная, кремниво-марганцевоуглеродистая. Технические условия*

(h) ASTM A 588/A 588M, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, термообработанная, кремниво-марганцевоуглеродистая. Технические условия*

(i) ASTM DS-56 (SAE HS-1086), *Металлы и сплавы в Единой системе числового обозначения.*

(j) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*

(k) ASTM E 350, *Методы химического анализа углеродистой стали, низколегированной стали, кремниевой электротехнической стали, литого и сварочного железа.*

(l) ASTM E 1032, *Стандартная методика радиографического испытания сварных конструкций*

2.4 В обязательных секциях данного документа встречаются ссылки на следующий стандарт MIL⁴:

(a) MIL-S-16216, *Сталь толстолистовая, легированная, конструкционная, с высоким пределом текучести (HY-80 и HY-100)*

(b) MIL-S-24645, *Сталь толстолистовая, тонколистовая или рулонах, дисперсионно-твердеющие сплавы, конструкционные сплавы, сплавы с высоким пределом текучести. Технические условия (HSLA-80 и HSLA-100)*

(c) NAVSEA Техническое издание T9074-BDGIB-010/0300, *Основные материалы для важных производственных заданий:*

Требования к стали толстолистовой низколегированной, поковкам, отливкам, сортовому прокату и прибыли при отливке HY-80/100/130 и HSLA-80/100.

2.5 Следующий стандарт ISO⁵ используется в обязательных секциях данного документа:

(a) ISO 544, *Материалы сварки – технические условия поставки для сварочных наплавных материалов – Типы продукции, размеры, пределы стойкости и маркировка.*

3. Classification

3.1 Электроды с сердечником из флюса, описываемые техническими условиями A5.29, классифицируются по системе, основанной на американской системе единиц, по следующим показателям:

(a) Механические характеристики металла сварного шва, в соответствии с Таблицей 1U,

(b) Позиция при сварке, для которой пригодны электроды, в соответствии с рис. 1,

(c) Определенные характеристики эксплуатационной пригодности электрода (включая наличие или отсутствие защитного газа) в соответствии с Таблицей 2 и рис. 1, и

(d) Химический состав металла сварного шва, в соответствии с таблицей 7.

3.1M Электроды с сердечником из флюса, описываемые техническими условиями A5.29M, классифицируются по системе, основанной на международной системе единиц (СИ) по следующим параметрам:

(a) Механические характеристики металла сварного шва, в соответствии с таблицей 1M,

(b) Позиция при сварке, для которой пригодны электроды, в соответствии с рис. 1,

(c) Определенные характеристики эксплуатационной пригодности электрода (включая наличие или отсутствие защитного газа) в соответствии с таблицей 2 и рис. 1, и

(d) Химический состав металла сварного шва, в соответствии с таблицей 7.

3.2 Электроды, отнесенные к какой-либо одной группе классификации, не могут одновременно быть отнесены ни к какой иной группе классификации в данных технических условиях: Исключениями являются (1) электрод, классифицированный по защитному газу 100 % CO₂ (AWS A5.32 Класс SG-C) (обозначение "C") и одновременно по смеси 75 – 80% аргон / баланс CO₂ (AWS A5.32 Класс SG-AC-25 или SG-AC-20) (обозначение "M").

Электроды могут также классифицироваться согласно техническим условиям A5.29 на основе американских единиц измерения и/или согласно A5.29M на основе международной системы единиц (СИ). Электроды, отнесенные согласно классификации к какой-либо группе, должны удовлетворять всем требованиям данной классификационной группы. Система классификации показана на Рис. 1.

3.3 Электроды, классифицируемые в данных технических условиях, предназначены для дуговой сварки с сердечником из флюса с применением или без применения защитного газа. Электроды, предназначенные для использования без внешнего защитного газа, либо с защитным газом, указанным в Таблице 2, не запрещено использовать с любым другим рабочим или защитным газом, если они для этого пригодны.

4. Приемка

Приемка⁶ сварочных электродов должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

⁴ За дополнительной информацией по вопросам, касающимся стандартов MIL-S-16216 и MIL-S-24645, обратитесь на сайт: <http://assist.daps.dla.mil/online>. По вопросам приобретения копий NAVSEA Техническое задание T9074-BD-GIB-010/0300 обращаться по адресу: Naval Inventory Control Point, 700 Robins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5094.

⁵ Стандарты ISO можно приобрести в международной организации по стандартизации, по адресу: 1, rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland.

⁶ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемого материала см. в Секции A3 (в Приложении A), а также в стандарте AWS A5.01.

ТАБЛИЦА 1U
A5.29 ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Классификация AWS (S) ^{a, b}	Условия ^c	Предел прочности при растяжении (ksi)	Напряжение при текучести (ksi)	Минимальный % удлинения	V-образный надрез по Шарпи мин. ударная вязкость ^d
E7XT5-A1C, -A1M	Послесварочная термообработка (PWHT)	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT1-A1C, -A1M	PWHT	80-100	68 мин.	19	Не указано
E8XT1-B1C, -B1M, -B1LC, -B1LM	PWHT	80-100	68 мин.	19	Не указано
E8XT1-B2C, -B2M, -B2HC, -B2HM, -B2LC, -B2LM	PWHT	80-100	68 мин.	19	Не указано
E8XT5-B2C, -B2M, -B2LC, -B2LM					
E9XT1-B3C, -B3M, -B3LC, -B3LM, -B3HC, -B3HM	PWHT	90-110	78 мин.	17	Не указано
E9XT5-B3C, -B3M					
E10XT1-B3C, -B3M	PWHT	100-120	88 мин.	16	Не указано
E8XT1-B6C, ^e -B6M, ^e -B6LC, ^e -B6LM, ^e	PWHT	80-100	68 мин.	19	Не указано
E8XT5-B6C, ^e -B6M, ^e -B6LC, ^e -B6LM ^e					
ESXT1-BSCZ-BSM ^a -BSLCZ-BSLIV ^b	PWHT	80-100	68 мин.	19	Не указано
E8XT5-B8C, ^e -B8M, ^e -B8LC, ^e -B8LM ^e					
E9XT1-B9C, -B9M	PWHT	90-120	78 мин.	16	Не указано
E6XT1-NHC, -Ni1M	AW	60-80	50 мин.	22	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT6-Ni1	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT8-Ni1	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT1-Ni1C, -Ni1M	AW	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT5-Ni1C, -Ni1M	PWHT	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT8-Ni2	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT8-Ni2	AW	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT1-Ni2C, -Ni2M	AW	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT5-Ni2C, ^f -Ni2M ^f	PWHT	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT1-Ni2C, -Ni2M	AW	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT5-Ni3C, ^f -Ni3M ^f	PWHT	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT5-Ni3C, ^f -Ni3M ^f	PWHT	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT11-Ni3	AW	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT1-D1C, -D1M	AW	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT5-D2C, -D2M	PWHT	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E10XT5-D2C, -D2M	PWHT	100-120	88 мин.	16	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT1-D3C, -D3M	AW	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E8XT5-K1C, -K1M	AW	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT7-K2	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT4-K2	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT8-K2	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT11-K2	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F

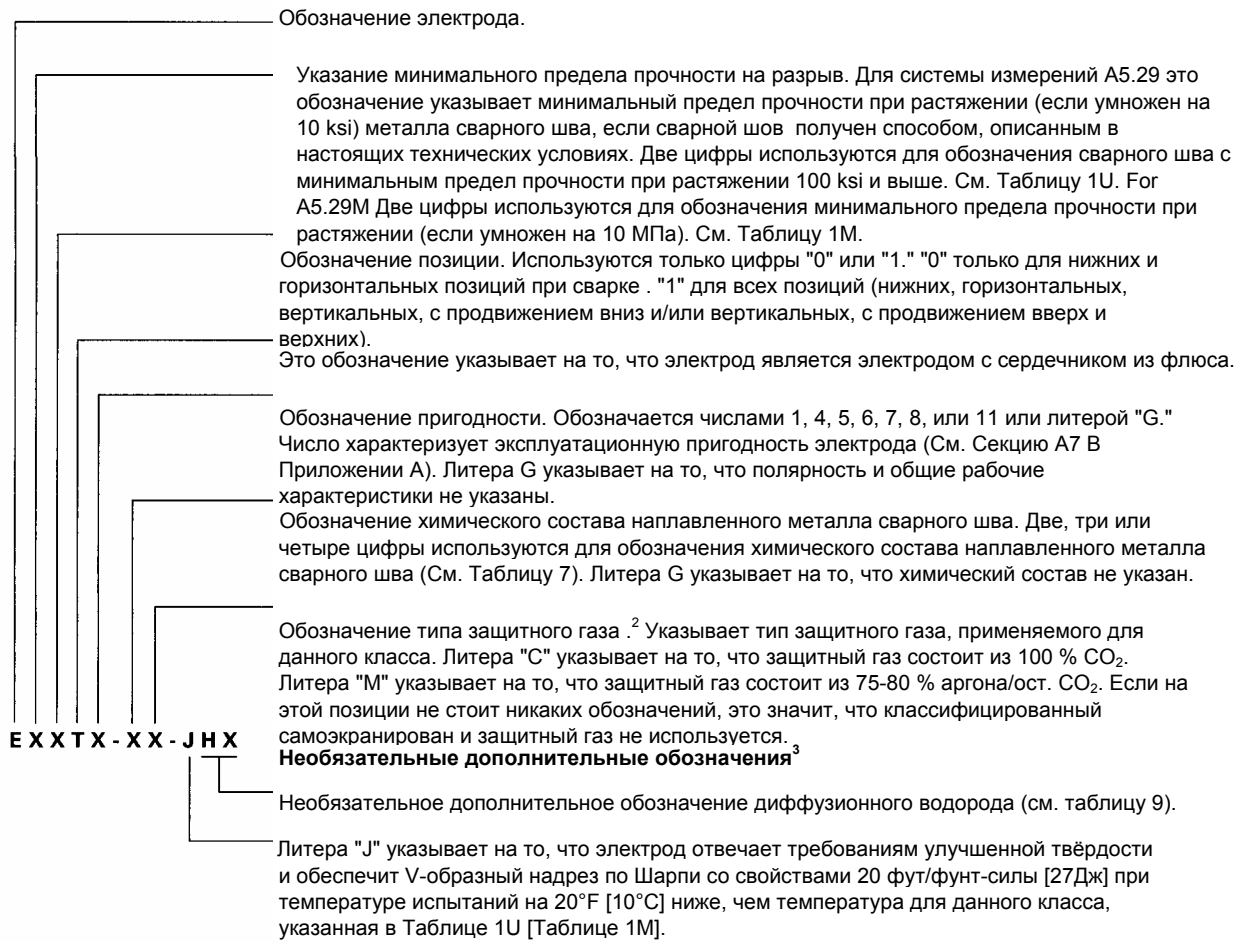
ТАБЛИЦА 1U
A5.29 ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^{a, b}	Условия ^c	Предел прочности при растяжении (ksi)	Напряжение при текучести (ksi)	Минимальный % удлинения	V-образный надрез по Шарпи мин. ударная вязкость ^d
E8XT1-K2C, -K2M E8XT5-K2C, -K2M	AW	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT1-K2C, -K2M	AW	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT5-K2C, -K2M	AW	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E10XT1-K3C, -K3M	AW	100-120	88 мин.	16	20 фут/фунт сила при -20°F
E10XT5-K3C, -K3M	AW	100-120	88 мин.	16	20 фут/фунт сила при -20°F
E11XT1-K3C, -K3M	AW	110-130	98 мин.	15	20 фут/фунт сила при -20°F
E11XT5-K3C, -K3M	AW	110-130	98 мин.	15	20 фут/фунт сила при -20°F
E11XT1-K4C, -K4M	AW	110-130	98 мин.	15	20 фут/фунт сила при -20°F
E11XT5-K4C, -K4M	AW	110-130	98 мин.	15	20 фут/фунт сила при -20°F
E12XT5-K4C, -K4M	AW	120-140	108 мин.	14	20 фут/фунт сила при -20°F
E12XT1-K5C, -K5M	AW	120-140	108 мин.	14	Не указано
E7XT5-K6C, -K6M	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E6XT8-K6	AW	60-80	50 мин.	22	20 фут/фунт сила при -20°F
E7XT8-K6	AW	70-90	58 мин.	20	20 фут/фунт сила при -20°F
E10XT1-K7C, -K7M	AW	100-120	88 мин.	16	20 фут/фунт сила при -20°F
E9XT8-K8	AW	90-110	78 мин.	17	20 фут/фунт сила при -20°F
E10XT1-K9C, -K9M	AW	100-120 ^g	82-97	18	35 фут/фунт сила при -60°F
E8XT1-W2C, -W2M	AW	80-100	68 мин.	19	20 фут/фунт сила при -20°F
EXXTX-G, ^h -GC, ^h -GM ^h	Данные колонок: состав шва, условия тестирования (AW или PWHT) и V-образный надрез по Шарпи, ударные свойства оговариваются потребителем и поставщиком. Требования к испытанию на разрыв, позиции, системе шлакования и защитного газа, если используется, соответствуют цифровым отметкам.				
EXXTG-X ^h	Система шлакования, защитный газ, если используется, условия тестирования (AW или PWHT) и V-образный надрез по Шарпи, ударные свойства оговариваются потребителем и поставщиком. Требования к испытанию на разрыв, позиции и составу шва соответствуют цифровым отметкам.				
EXXTG-G ^h	Система шлакования, защитный газ, если используется, условия тестирования (AW или PWHT), V-образный надрез по Шарпи, ударные свойства и состав шва оговариваются потребителем и поставщиком. Требования к испытанию на разрыв и позиции соответствуют цифровым отметкам..				

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Литера "X" в соответствующей классификации заменяются соответствующими обозначениями. См. Рис.1.
- Литера "G" обозначает, что эти свойства оговариваются потребителем и поставщиком.
- AW = После сварки. PWHT = Термически обрабатывается после сварки в соответствии с Таблицей 6 и п. 9.4.1.2.
- Электроды с дополнительным обозначением "J" должны отвечать минимальным требованиям к ударной вязкости V-образного надреза по Шарпи для данного класса при тестовой температуре на 20 °F ниже, чем тестовая температура, показанная в Таблице 1U для данного класса электродов.
- Эти электроды классифицированы в AWS A5.22-95 как E502TX-X или E505TX-X. С новыми изменениями A5.22 они будут удалены и приведены отдельно в данных ТУ.
- Если термически обрабатывается после сварки при температуре выше 1150 °F, то уменьшаются ударные свойства V-образного надреза по Шарпи.
- Для данного класса (E10XT1-K9C, -K9M) пределы прочности при растяжении не являются обязательными. Это приближенные значения.
- Требование к пределу прочности при растяжении, напряжению при текучести, и к % относительного удлинения для электродов EXXTX-G, -GC, -GM; EXXTG-X и EXXTG-G показаны в данной Таблице для других классов электродов (не включая классы E10XT1-K9C, -K9M) имеют такое же обозначение предела прочности при растяжении.

РИС. 1 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ A5.29/A5.29M

Обязательные классификационные обозначения¹**ПРИМЕЧАНИЯ:**

1. Комбинация этих обозначений образует классификационное обозначение электрода с сердечником из флюса. Обратите внимание, что специфический химический состав в данных ТУ не всегда совпадает со специфическими механическими свойствами в данных ТУ. Поставщику по требованиям данных Технических условий необходимо включить в классификацию электрода обозначение механических свойств данного электрода. Так, например, полной считается классификация E80T5-Ni3. Классификация EXXT5-Ni3 полной не считается.
2. См. AWS A5.32/A5.32M, *Технические условия для сварочных защитных газов*.
3. Эти обозначения являются дополнительными и не составляют части классификации электродов с сердечником из флюса

ТАБЛИЦА 1М
А5.29М ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

Классификация Американского общества специалистов по сварке (AWS) ^{a, b}	Условия ^c	Предел проч- ности при растя-жении (МПа)	Напряжение при текучести (МПа)	% Минимальное удлинение	V-образный надрез по Шарпи, мин. ударная вязкость ^d
E49XT5-A1C, -A1M	PWHT	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -30°C
E55XT1-A1C, -A1M	PWHT	550-690	470 мин.	19	Не указано
E55XT1-B1C, -B1M, -B1LC, -B1LM	PWHT	550-690	470 мин.	19	Не указано
E55XT1-B2C, -B2M, -B2HC, -B2HM, - B2LC, -B2LM	PWHT	550-690	470 мин.	19	Не указано
E55XT5-B2C, -B2M, -B2LC, -B2LM					
E62XT1-B3C, -B3M, -B3LC, -B3LM, - B3HC, -B3HM	PWHT	620-760	540 мин.	17	Не указано
E62XT5-B3C, -B3M					
E69XT1-B3C, -B3M	PWHT	690-830	610 мин.	16	Не указано
E55XT1-B6C, -B6M, -B6LC, -B6LM	PWHT	550-690	470 мин.	19	Не указано
E55XT5-B6C, -B6M, -B6LC, -B6LM					
E55XT1-B8C, -B8M, -B8LC, -B8LM	PWHT	550-690	470 мин.	19	Не указано
E55XT5-B8C, -B8M, -B8LC, -B8LM					
E62XT1-B9C, -B9M	PWHT	620-830	540 мин.	16	Не указано
E43XTi-NiC, -Ni1M	AW	430-550	340 мин.	22	27 Дж при -30°C
E49XT6-Ni	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -30°C
E49XT8-Ni	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -30°C
E55XTi-NiC, -Ni1M	AW	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -30°C
E55XT5-Ni1C, -Ni1M	PWHT	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -50°C
E49XT8-Ni2	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -30°C
E55XT8-Ni2	AW	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -30°C
E55XT1-Ni2C, -Ni2M	AW	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -40°C
E55XT5-Ni2C, ^e -Ni2M ^e	PWHT	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -60°C
E62XTi-Ni2C, -Ni2M	AW	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -40°C
E55XT5-Ni3C, ^e -Ni3M ^e	PWHT	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -70°C
E62XT5-Ni3C, ^e -Ni3M ^e	PWHT	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -70°C
E55XT11-Ni3	AW	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -20°C
E62XT1-D1C, -D1M	AW	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -40°C
E62XT5-D2C, -D2M	PWHT	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -50°C
E69XT5-D2C, -D2M	PWHT	690-830	610 мин.	16	27 Дж при -40°C
E62XT1-D3C, -D3M	AW	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -30°C
E55XT5-K1C, -K1M	AW	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -40°C
E49XT7-K2	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -30°C
E49XT4-K2	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -20°C
E49XT8-K2	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -30°C
E49XT11-K2	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при 0°C

ТАБЛИЦА 1М
A5.29M ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Классификация AWS ^{a, b}	Условия ^c	Предел прочности при растяжении (МПа)	Напряжение при текучести (МПа)	% Минимальное удлинение	V-образный надрез по Шарпи, мин. ударная вязкость
E55XT1-K2C, -K2M E55XT5-K2C, -K2M	AW	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -30°C
E62XT1-K2C, -K2M	AW	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -20°C
E62XT5-K2C, -K2M	AW	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -50°C
E69XT1-K3C, -K3M	AW	690-830	610 мин.	16	27 Дж при -20°C
E69XT5-K3C, -K3M	AW	690-830	610 мин.	16	27 Дж при -50°C
E76XT1-K3C, -K3M	AW	760-900	680 мин.	15	27 Дж при -20°C
E76XT5-K3C, -K3M	AW	760-900	680 мин.	15	27 Дж при -50°C
E76XT1-K4C, -K4M	AW	760-900	680 мин.	15	27 Дж при -20°C
E76XT5-K4C, -K4M	AW	760-900	680 мин.	15	27 Дж при -50°C
E83XT5-K4C, -K4M	AW	830-970	745 мин.	14	27 Дж при -50°C
E83XT1-K5C, -K5M	AW	830-970	745 мин.	14	Не указано
E49XT5-K6C, -K6M	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -60°C
E43XT8-K6	AW	430-550	340 мин.	22	27 Дж при -30°C
E49XT8-K6	AW	490-620	400 мин.	20	27 Дж при -30°C
E69XT1-K7C, -K7M	AW	690-830	610 мин.	16	27 Дж при -50°C
E62XT8-K8	AW	620-760	540 мин.	17	27 Дж при -30°C
E69XT1-K9C, -K9M	AW	690-830 ^f	560-670	18	47 Дж при -50°C
E55XT1-W2C, -W2M	AW	550-690	470 мин.	19	27 Дж при -30°C
EXXTX-G, ^g -GC, ^g -GM ^g	Данные колонок: состав шва, условия тестирования (AW или PWHT) и V-образный надрез по Шарпи, ударные свойства оговариваются потребителем и поставщиком. Требования к испытанию на разрыв, позиции, системе шлакования и защитного газа, если используется, соответствуют цифровым отметкам.				
EXXTG-X ^g	Система шлакования, защитный газ, если используется, условия тестирования (AW или PWHT) и V-образный надрез по Шарпи, ударные свойства оговариваются потребителем и поставщиком. Требования к испытанию на разрыв, позиции и составу шва соответствуют цифровым отметкам.				
EXXTG-G ^g	Система шлакования, защитный газ, если используется, условия тестирования (AW или PWHT), V-образный надрез по Шарпи, ударные свойства и состав шва оговариваются потребителем и поставщиком. Требования к испытанию на разрыв и позиции соответствуют цифровым отметкам.				

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Литера "X" в соответствующей классификации заменяются соответствующими обозначениями. См. Рис.1.
- b. Литера "G" обозначает, что эти свойства оговариваются потребителем и поставщиком.
- c. AW = После сварки. PWHT = Термически обрабатывается после сварки в соответствии с Таблицей 6 и п. 9.4.1.2.
- d. Электроды с дополнительным обозначением "J" должны отвечать минимальным требованиям к ударной вязкости V-образного надреза по Шарпи для данного класса при тестовой температуре на 20 °C ниже, чем тестовая температура, показанная в Таблице 1М для данного класса электродов.
- e. Если термически обрабатывается после сварки при температуре выше 620 °C, то уменьшаются ударные свойства V-образного надреза по Шарпи.
- f. Для данных классов (E69XT1-K9C, -K9M) пределы прочности при растяжении не являются обязательными. Это приближенные значения.
- g. Требование к пределу прочности при растяжении, напряжению при текучести, и к % относительного удлинения для электродов EXXTX-G, -GC, -GM; EXXTG-X и EXXTG-G показаны в данной Таблице для других классов электродов (не включая классы E69XT1-K9C, -K9M) имеют такое же обозначение предела прочности при растяжении.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ ЭЛЕКТРОДА

Обозначение пригодности	Классификация AWS	Позиция сварки ^{a,b}	Дополнительная защита ⁰	Полярность ^d	Примечание ^e
1	EX0T1-XC	H, F	CO ₂		
	EX0T1-XM		75-80 Ar/ост. CO ₂	DCEP	M
	EX1T1-XC		CO ₂		
	EX1T1-XM		75-80 Ar/ост. CO ₂		
4	EX0T4-X	H, F	Нет	DCEP	M
5	EX0T5-XC	H, F	CO ₂	DCEP	M
	EX0T5-XM		75-80 Ar/ост. CO ₂	DCEP или DCEN ^f	
	EX1T5-XC	H, F, VU, OH	CO ₂		
	EX1T5-XM		75-80 Ar/ост. CO ₂		
6	EX0T6-X	H, F	Нет	DCEP	M
7	EX0T7-X	H, F	Нет	DCEN	M
	EX1T7-X	H, F, VU, OH			
8	EX0T8-X	H, F	Нет	DCEN	M
	EX1T8-X	H, F, VU, OH			
11	EX0T11-X	H, F	Нет	DCEN	M
	EX1T11-X	H, F, VD, OH	Нет		
	EX0TX-G		CO ₂	(g)	
	EX0TX-GC			(g)	
	EX0TX-GM	H, F	75-80 Ar/ост. CO ₂	(g)	M
	EX0TX-X		Не указано	Не указано	
G	EX0TX-G		Не указано	Не указано	
	EX1TX-G		Нет	(g)	
	EX1TX-GC		CO ₂	(g)	
	EX1TX-GM	H, F, VU или VD, OH	75-80 Ar/ост. CO ₂	(g)	M
	EX1TG-X		Не указано	Не указано	
	EX1TG-G		Не указано	Не указано	

ПРИМЕЧАНИЯ:

- H = горизонтальная позиция, F = нижняя позиция, OH = верхняя позиция, VU = вертикальная позиция с продвижением вверх, VD = вертикальная позиция с продвижением вниз.
- Размеры электрода, подходящие для сварки в неопределенных позициях, т.е. позициях сварки не в горизонтальном или нижнем положении, обычно меньше электродов размера $\frac{3}{32}$ дюйма (2.4 мм) или ближайших по размеру, предусмотренных в п. 9.4.1 для сварных швов с разделкой кромок. По этим причинам, электроды, отвечающие требованиям для испытаний сварных швов с разделкой кромок и угловых сварных швов могут быть классифицированы как EX1TX-XX (где X обозначают предел прочности при растяжении, состав наплавного металла сварного шва и защитный газ, если используется) независимо от их размеров. См. Секцию A7 в Приложении A и Рис. 1 для дальнейшей информации.
- Свойства металла сварного шва при сварке электродами с использованием дополнительного защитного газа будут изменяться в зависимости от типа защитного газа, используемого при сварке. Электроды, предназначенные для использования с определенным типом защитного газа, не должны использоваться с защитными газами других типов без предварительной консультации с изготовителем электродов.
- Сокращение "DCEP" означает положительную полярность постоянного тока электрода (пост. ток, обратная полярность). Сокращение "DCEN" означает отрицательную полярность постоянного тока электрода (пост. ток, прямая полярность).
- M = подходящий для использования как однократно, так и многократно.
- Некоторые электроды классов EX1T5-XC, -XM могут быть рекомендованы к использованию с DCEN для улучшения качества сварки в неопределенных позициях. Проконсультируйтесь с изготовителем по вопросу применяемой полярности.
- Применение полярности для электродов с обозначениями пригодности, отличными от G, описано в данной Таблице.

ТАБЛИЦА 3
ТЕСТЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ

Классификация Американского общества специалистов по сварке (AWS)	Химический анализ	Радиографическое тестирование	Испытание на растяжение	Испытание на удар	Испытание углового сварного шва
EXXT1 - XC, -XM					
EXOT4-X					
EXXT5-XC, -XM					
EXOT6-X	R	R	R	(a)	R ^b
EXXT7-X					
EXXT8-X					
EXXT11-X					
E10XTX-K9X [E69XTX-K9X]	R	R ^c	R ^c	(a), (c)	R ^b
EXXTX-G, -GC, -GM	(d)	R	R	(d)	R ^b
EXXTG-X	R	R	R	(d)	R ^b
EXXTG-G	(d)	R	R	(d)	R ^b

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Испытание на удар V-образного надреза по Шарпи необходимо производить, если в классификации требуется указать минимальные требования к ударным свойствам, как указано в Таблице 1U (Таблице 1M).
- При испытаниях углового сварного шва, электроды, классифицированные для нижних сварных швов (EXOTX-XX электроды), должны быть испытаны в горизонтальной позиции. Электроды, классифицированные для сварки во всех позициях (EXITX-XX электроды) должны быть испытаны в обоих – вертикальной и верхней позиции.
- Сварной шов с разделкой кромок для этих классов должен свариваться в вертикальной позиции с продвижением вверх. См. A7.9-4.9 в Приложении A.
- Как оговорено покупателем и поставщиком.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или класс на самом изделии, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных Технических условий.⁷

6. Единицы измерения и правила округления

Для определения соответствия данным ТУ, опытные или посчитанные значения предела прочности на разрыв должны округляться до ближайших 1000 фунт/кв.дюйм для предела вязкости в системе A5.29 [или до ближайших 10 МПа для предела вязкости в системе A5.29M], для остальных значений следует использовать метод округления из стандарта ASTM E 29.

7. Обзор испытаний

7.1 Испытания, требуемые для каждой классификации, указаны в Таблице 3. Цель данных тестов состоит в определении химического состава, механических свойств и бездефектности металла сварного шва, а так же эксплуатационной пригодности электродов. Основным металлом опытного сварного узла, для проведения сварки и испытаний, а так же требуемые результаты указаны в Секциях 9 по 14.

⁷ См. Секцию A4 (в Приложении A) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

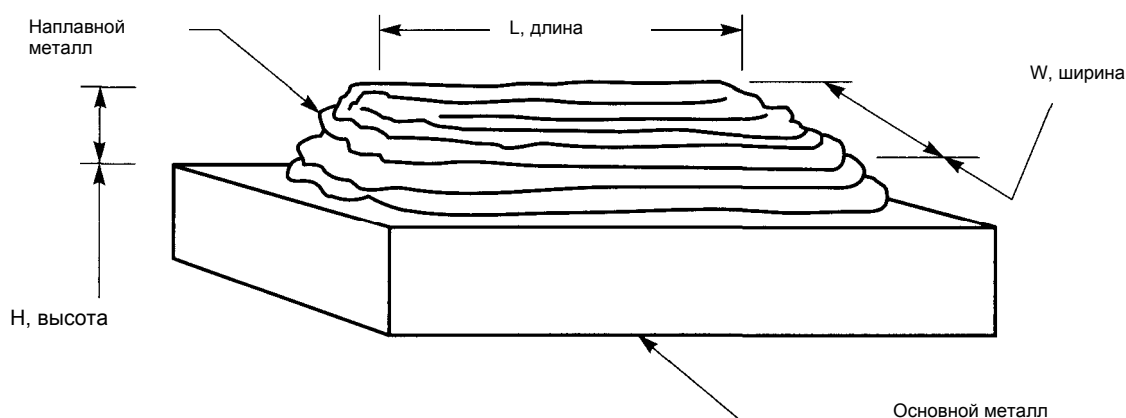
7.2 Дополнительное (необязательное) испытание по определению содержания диффундирующего водорода (см. Секцию 15) не является необходимым для классификации, но проводится по соглашению между поставщиком и покупателем в целях дополнения классификационного обозначения электрода. Для обозначения ударной вязкости по Шарпи при температурах ниже стандартных используется другой дополнительный (необязательный) символ - "J" (См. Рис. 1).

8. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают требованиям, то такое испытание повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать установленным требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального или нового опытного узла. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый материал признается не удовлетворяющим требованиям данных Технических условий для данного класса.

В случае если во время подготовки или после проведения испытания установлено, что были нарушены условия подготовки опытных образцов или узлов или условия проведения испытания, то результаты испытания следует считать недействительными независимо от того, было ли оно завершено и удовлетворяет ли полученный результат требованиям. Испытание следует повторить, надлежащим образом следуя

РИС. 2 НАПЛАВЛЕННЫЙ СЛОЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННЫХ МЕТАЛЛОВ СВАРНОГО ШВА



Размер наплавленного слоя, минимум					
Длина, L		Ширина, W		Высота, H	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
1 1/2	38	1/2	12	1/2	12

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Основной металл любого подходящего размера, любого, указанного в Таблице 4, может использоваться в качестве основы для наплавленного слоя.
2. Поверхность основного металла, на который наносится слой наплавленного металла должна быть чистой.
3. Слои должны накладываться последовательно для получения неразбавленного металла сварного шва, с использованием соответствующего типа защитного газа (если применяется), и используя полярность, указанную в Таблице 2 и следуя требованиям к нагреванию, приведенным в Таблице 5.
4. Количество и размеры наплавленного металла могут изменяться в зависимости от размера электрода и ширины слоя, а также от используемой силы тока. Размер слоя не должен превышать диаметр электрода более чем в 6 раз.
5. Температура предварительного нагрева не должна превышать 60 °F [15 °C] и температура между проходами не должна превышать 325 °F [165 °C].
6. Тестируемый узел может быть охлажден в воде (температура не имеет значения) между проходами, чтобы контролировать температуру между проходами.
7. Минимальные размеры готового слоя должны соответствовать данным, приведенным выше. Тестируемый образец при испытаниях, описанных в Секции 10, должен быть взят из участка наплавленного металла не меньше, чем 3/8 дюйма [10 мм] над поверхностью пластины основания. См. Таблицу 4, Примечание с, для требований к применению основной стали ASTM A 36 или A 285.

методике. На такие случаи требование об удвоении числа испытываемых образцов не распространяется.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Необходимо два или три опытных сварных узла в зависимости от класса электрода и методики испытаний. Эти узлы характеризуются следующим образом.

(a) Наплавленная поверхность, показанная на Рис. 2 и предназначенная для химического анализа металла сварного шва

(b) Шов с разделкой кромок, показанный на Рис. 3 и предназначенный для определения механических свойств и наличия дефектов в металле сварного шва, а также

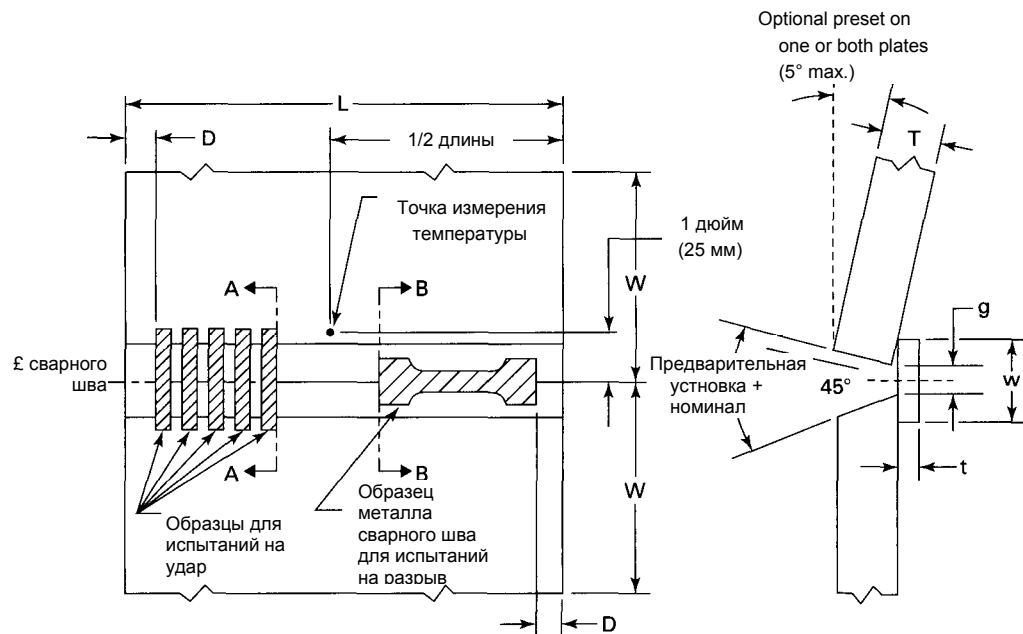
(c) Угловой шов, показанный на Рис. 4 и предназначенный для определения применимости электрода.

Образец для химического анализа может быть отобран из суженной части разрушенного образца для испытания на разрыв или из соответствующего места (или из любого места, расположенного выше) в металле сварного шва с разделкой кромок, показанного на рис. 3, что позволяет избежать изготовления дополнительной наплавки. В случае возникновения споров арбитражным методом считается способ изготовления наплавленной поверхности.

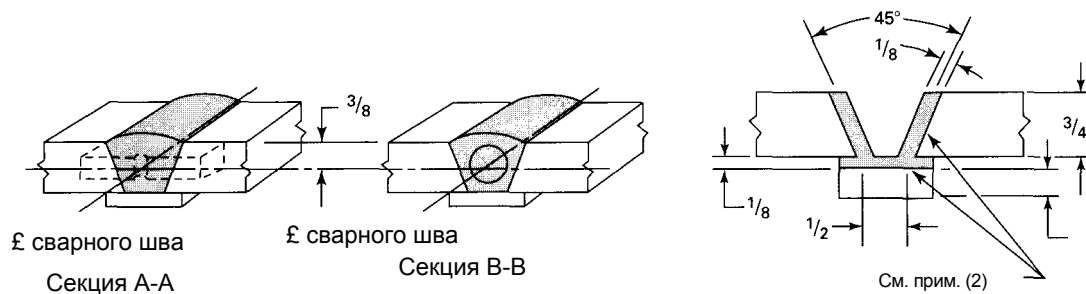
9.2 Подготовка каждого опытного сварного узла производится согласно пп. 9.3, 9.4 и 9.5. Основной металл каждого опытного узла должен отвечать требованиям Табл. 4 и соответствующих Технических условий ASTM, указанных в данной таблице, либо эквивалентных им технических условий. Испытания узлов проводятся как предписано Секциях 10–14.

9.3 Наплавленный слой. Подготовка наплавленного слоя показана на Рис. 2, за исключением тех случаев (9.1), когда образец для анализа отбирается из шва с разделкой кромок или из части разрушенного образца для испытания на разрыв (Рис.3). В качестве основы для наплавления слоя необходимо использовать основной металл любого подходящего размера и относящийся к классу, указанному в Табл. 4. (включая примечание с к данной таблице). Поверхность основного металла, на которую наносится присадочный металл, должна быть чистой. Наплавление должно выполняться в нижней позиции в несколько слоев до получения неразбавленного металла шва (толщиной не менее 1/2 дюйма [12 мм]). Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60°F [15°C], а температура между проходами – не более 325°F [165 °C]. Процедура наплавления слоев должна удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 5.

РИС. 3 Тестируемый узел для определения бездефектности и механических свойств наплавного металла



(а) Испытательная пластина с указанием расположения испытательных образцов



(b) Ориентация внедренного образца

(c) Положение тестируемого образца сварного шва

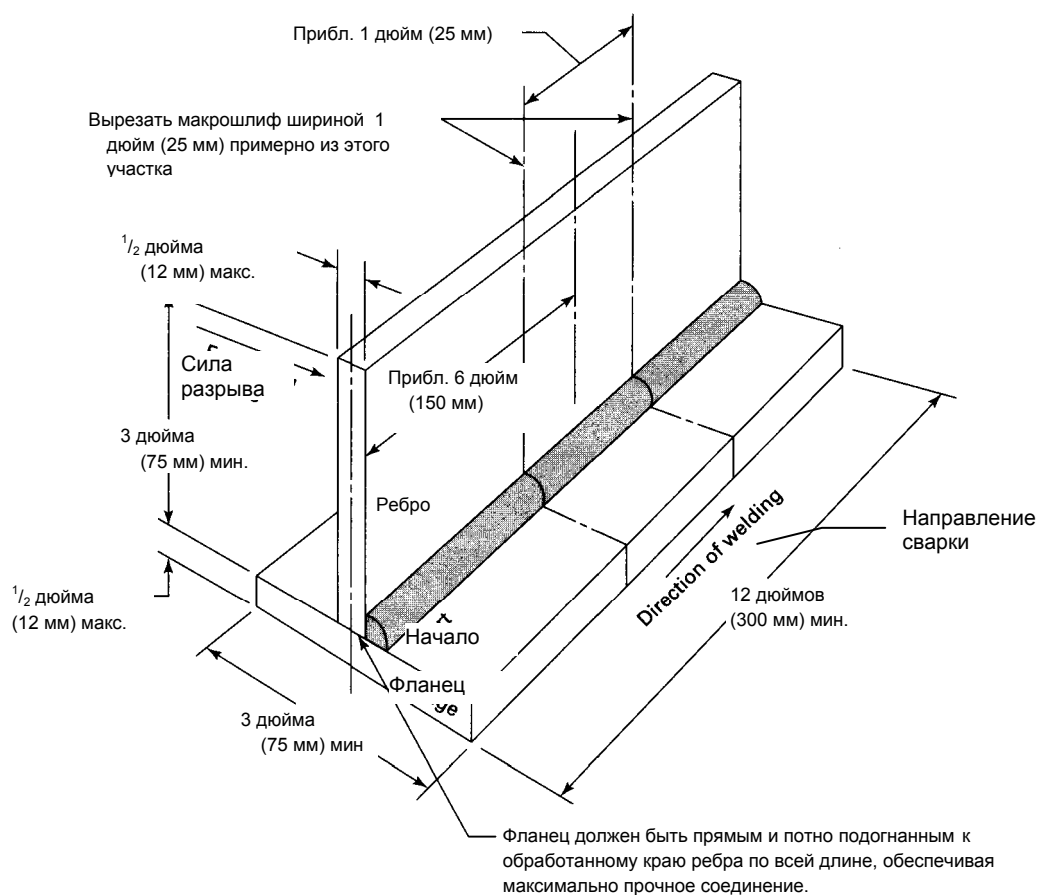
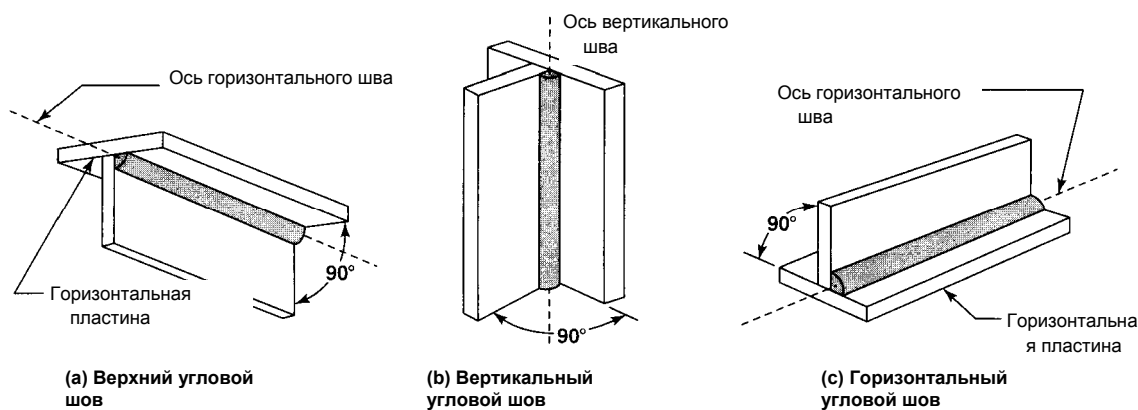
(d) Испытательная пластина с наплавкой

L	W	T	D	1	g	w	t	M
Тестовая пластина	Тестовая пластина	Тестовая пластина	Брак	Угол разделки кромок	Зазор между свариваемыми кромками	Подварочный шов	Подварочный шов	Наплавочный слой
Длина (мин.)	Толщина (мин.)	Толщина (мин.)	(мин.)			Ширина (мин.)	Толщина (мин.)	Наплавочный слой (мин.)
10 дюйм.	6 дюйм.	$\frac{3}{4} \pm \frac{1}{32}$ дюйм.	1 дюйм.	$22.5^\circ \pm 2^\circ$	$\frac{1}{2} - 0$ дюйм. + $\frac{1}{16}$ дюйм.	Прибл.	$\frac{1}{4}$ дюйм.	$\frac{1}{8}$ дюйм.
[250 мм]	[150 мм]	[20 ± мм]	[25 мм]		[12 - 0 мм + 1 мм]	2 X g	[6 мм]	[3 мм]

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Толщина тестовой пластины должна составлять $\frac{1}{2}$ дюйма [12 мм] и максимальный зазор между свариваемыми кромками должен составлять от $\frac{1}{4}$ дюйма до 0 дюймов, + $\frac{1}{16}$ дюйма [6 мм - 0 мм, + 1 мм] для 0.045 дюйм [1.2 мм] и меньших диаметров электродов класса EXXT11-X.
- При необходимости, края бороздки и контактная поверхность подварки должны быть наплавлены как показано на Рис. (d). См. Примечание к Таблице 4.

РИС. 4 Тестируемый узел для определения бездефектности и механических свойств наплавного металла



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
2. Один узел должен быть сварен в каждой позиции, указанной в Таблице 3, с использованием защитного газа полярности для данного класса, соответственно требованиям.
3. Предварительный нагрев до температуры не менее 60°F [16°C].
4. Угловой шов в один проход должен быть сделан с одной стороны колена.
5. сварка в вертикальной позиции должна производиться согласно данным Таблицы 3.
6. Очистка сварного шва должна быть ограничена удалением шлака, очисткой щеткой и удалением окалины. Шлифовка или стачивание поверхности сварного шва запрещена.
7. Тестирование проводится без послесварочной термической обработки.
8. Все измерения приведены в дюймах.
9. Если толщина кромки и пластины меньше или равно 1/4 дюйма [6.4 мм], ширина кромки и пластины должна составлять минимум 2 дюйма [51 мм].

ТАБЛИЦА 4
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ ДЛЯ ТЕСТИРУЕМЫХ УЗЛОВ^{a, b, c, d}

Обозначение металлов сварного шва	ASTM и Военные Стандарты (MIL-S)	Номер UNS ^e
	A204, Марка A	K11820
A1	A204, Марка B	K12020
	A204, Марка C	K12320
B1, B2, B2L, B2H	A387, Марка 11	K11789
B3, B3L, B3H	A387, Марка 22	K21590
B6, B6L	A387, Марка 5	S50200
B8, B8L	A387, Марка 9	S50400
B9	A387, Марка 91	K91560
Nil	A 537, Класс 1 или 2	K12437
	A 203, Марка E	K32018
	HY-80 (по MIL-S-16216)	K31820
Ni2, Ni3	HY-100 (по MIL-S-16216) HSLA-80 (per MIL-S-24645) HSLA-100 (по MIL-S-24645)	K32045
D1, D2, D3	A 302, Марка A	K12021
	A 302, Марка B	K12022
	A 514, any Марка	K11856
	HY-80 ^g	K31820
K1, K3, K4, K5, K7, K9 ^f	HY-100 ^g	K32045
	HSLA-80 ¹¹	
	HSLA-100 ^h	
K2, K6, K8	A537, Класс 1 или 2	K12437
	A588, Марка A	K11430
W2	A 588, Марка B A	K12043
	588, Марка C	K11538

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Для сварного шов с разделкой кромок, показанного на Рис. 3, могут использоваться основные металлы ASTM A 36 или A 285. Однако, на поверхность соединения должна быть сделана наплавка, как показано на Рис. 3, с использованием любого электрода того же состава, который имеет тестируемый класс.
- b. Наплавка шва с разделкой кромок на Рис. 3 не требуется, если используются основные металлы A 36 или A 285 при тестировании электродов EXXT4-X, EXXT6-X, EXXT7-X, EXXT8-X и EXXT11-X классов 70 ksi [490 МПа] или ниже.
- c. Основные металлы ASTM A 36 или A 285 могут использоваться в качестве наплавных слоев, как показано на Рис. 2. Однако, минимальная высота наплавного слоя должна быть увеличена до $\frac{5}{8}$ дюйм [16 мм]. Тестируемый образец при испытаниях, описанных в Секции 10, должен быть взят из участка наплавного металла не меньше, чем $\frac{1}{2}$ дюйм [12 мм] над поверхностью пластины основания.
- d. Использование основного металла ASTM A 36 или A 285 без наплавки допускается при испытании углового сварного шва.
- e. SAE/ASTM Единая Система Обозначений для металлов и сплавов (UNS).
- f. Наплавка не допускается для металлов сварного шва с обозначением K9.
- g. В соответствии с MIL-S-16216 или NAVSEA, Техническое издание T9074-BD-GIB-010/0300, Приложение B.
- h. В соответствии с MIL-S-24645 или NAVSEA, Техническое издание T9074-BD-GIB-010/0300, Приложение A.

ТАБЛИЦА 5
ТРЕБОВАНИЯ К ПОГОННОЙ ЭНЕРГИИ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ ПОРЯДОК ПРОХОДОВ И СЛОЕВ ДЛЯ
КЛАССИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ МНОГОКРАТНОГО ПРОХОЖДЕНИЯ

Диаметр		Средняя требуемая погонная энергия ^{a, b, c, d}		Предполагаемое кол-во проходов на слой		Предполагаемое количество слоев
дюйм	мм	кДж/дюйм	кДж/мм	Слой 1	Слои от 2 до верхнего	
≤0.030 0.035	≤0.8 0.9	20-35	0.8-1.4	1 или 2	2 или 3	6 – 9
—	1.0					
0.045	—	25-50	1.0-2.0	1 или 2	2 или 3	6 – 9
—	1.2					
0.052	—					
—	1.4	25-55	1.0-2.2	1 или 2	2 или 3	5 – 8
¹ / ₁₆	1.6					
0.068	—					
0.072	1.8	36-65	1.4-2.6	1 или 2	2 или 3	5 – 8
⁵ / ₆₄ (0.078)	2.0					
³ / ₃₂ (0.094)	2.4	40-65	1.6-2.6	1 или 2	2 или 3	4 – 8
⁷ / ₆₄ (0.109)	2.8	50-70	2.0-2.8	1 или 2	2 или 3	4 – 7
0.120	3.2	55-75	2.2-3.0	1 или 2	2	4 – 7
¹ / ₈ (0.125)						
⁵ / ₃₂ (0.156)	4.0	65-85	2.6-3.3	1	2	4 – 7

ПРИМЕЧАНИЯ:

a. Вычисление погонной энергии:

(1) Погонная энергия

$$(\text{кДж/дюйм}) = \frac{\text{вольт} \times \text{ампер} \times 60}{\text{Скорость хода (дюйм / мин)} \times 1000} \text{ or } \frac{\text{вольт} \times \text{ампер} \times 60 \times \text{время дуги (мин)}}{\text{Длина шва (дюйм)} \times 1000}$$

(2) Погонная энергия

$$(\text{кДж/мм}) = \frac{\text{вольт} \times \text{ампер} \times 60}{\text{Скорость хода (дюйм / мин)} \times 1000} \text{ or } \frac{\text{вольт} \times \text{ампер} \times 60 \times \text{время дуги (мин)}}{\text{Длина шва (in)} \times 1000}$$

b. Не применяется к первому слою. Для первого слоя нужно произвести максимум два прохода.

c. Средняя погонная энергия вычисляется как средняя для всех проходов, включая первый слой.

d. Должен использоваться источник непрерывного напряжения

Шлаки должны удаляться после каждого прохода. Допускается закалка наплавки в воде между проходами. Размеры готовой поверхности должны соответствовать Рис. 2. Испытание такого узла должно проводиться в соответствии с указаниями п. 10.2.

9.4 Опытные сварные узлы

9.4.1 Опытный узел для многопроходных электродов.

Подготовка и сварка одного или двух опытных узлов сварных швов с разделкой кромок должны выполняться в соответствии с Рис. 3 и Табл. 5 с применением основного металла подходящего типа, указанного в Табл. 4. Температура предварительного нагрева и температура между проходами должны соответствовать указаниям Табл. 6. Процесс тестирования должен соответствовать указаниям Табл. 3. В случае применения основных металлов класса А 36 или А 285 по ASTM, на свариваемые кромки и контактные поверхности подкладки наплавляют промежуточный металл с использованием электродов того же состава, что и электроды

испытываемого класса, за исключением указанных в Табл. 4, Примечания b и f. Если применяется наплавление промежуточного металла, толщина слоя должна составлять приблизительно ¹/₈ дюйма [3 мм] (см. рис. 3, прим. 2). Диаметр электрода для одного теста должен равняться 3/32 дюйма (2,4 мм) или наибольшему размеру электрода из производимых изготовителем. Диаметр электрода для другого теста должен равняться 0,045 дюйма (1,2 мм) или наименьшему размеру электрода из производимых изготовителем. Если максимальный диаметр электрода равняется 1/16 дюйма [1,6 мм] или менее, то используется только наибольший диаметр. Полярность электрода должна соответствовать указаниям Табл. 2. Процесс тестирования узла должен соответствовать требованиям Табл. 3 в состоянии после сварки и при послесварочной термообработке, как указано в Табл. 6.

9.4.1.1 Сварка должна выполняться в нижней позиции, и опытный узел следует установить (или закрепить) перед сваркой с целью предотвращения деформации свыше 5 градусов. Если деформация превышает 5°, сварной узел отбраковывается. Рихтовка опытных узлов не допускается.

ТАБЛИЦА 6
ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА, ТЕМПЕРАТУРЫ МЕЖДУ ПРОХОДАМИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПОСЛЕСВАРОЧНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ

Классификация AWS	Температура предварительного нагрева и между проходами ^a		Температура послесварочной обработки ^{a, b}	
	A5.29	A5.29M	A5.29	A5.29M
E6XT1-Ni1C, -Ni1M [E43XT1-Ni1C, -Ni1M]				
E7XT6-NU [E49XT6-NH]				
E7XT8-Ni1 [E49XT8-Ni1]				
E8XT1-Ni1C, -Ni1M [E55XT1-Ni1C, -Ni1M]				
E7XT8-Ni2 [E49XT8-Ni2]	300 ± 25°F	150 ± 15°C	Нет	Нет
E8XT1-M2C, -Ni2M [E55XT1-Ni2C, -Ni2M]				
E8XT8-Ni2 [E55XT8-Ni2]				
E8XT11-Ni3 CE55XT11-Ni3]				
E9XT1-Ni2C, -Ni2M [E62XT1-Ni2C, -Ni2M]				
E7XT5-A1C, -A1M [E49XT5-A1C, -A1M]				
E8XT1-A1C, -A1M [E55XT1-A1C, -A1M]				
E8XT5-Ni1C, -Ni1M [E55XT5-Ni1C, -Ni1M]				
E8XT5-Ni2C, ^c -Ni2M ^c [E55XT5-Ni2C, ^c -Ni2M ^c]	300 ± 25°F	150 ± 15°C	1150 ± 25°F	620 ± 15°C
E8XT5-Ni3C, ^c -Ni3M ^c [E55XT5-Ni3C, ^c -Ni3M ^c]				
E9XT5-Ni3C, ^c -Ni3M ^c [E62XT5-Ni3C, ^c -Ni3M ^c]				
E9XT5-D2C, -D2M CE62XT5-D2C, -D2M]				
E10XT5-D2C, -D2M [E69XT5-D2C, -D2M]				
Все классы с обозначением металла сварного шва B1, B1L, B2, B2L, B2H, B3, B3L или B3H	350 ± 25°F	175 ± 15°C	1275 ± 25°F	690 ± 15°C
Все классы с обозначением металла сварного шва B6, B6L, B8 или B8L	400 ± 100°F	200 ± 50°C	1375 ± 25°F ^d	745 ± 15°C ^d
E9XT1-B9C, -B9M [E62XT1-B9C, -B9M]	500 ± 100°F	260 ± 50°C	1400 ± 25°F ^d	760 ± 15°C ^d
Все классы с обозначением металла сварного шва D1, D3, K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9 или W2	300 ± 25°F	150 ± 15°C	Нет	Нет
EXXTX-G, -GC, -GM				
EXXTG-X				
EXXTG-G				

Не указано^e

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Эти температуры указаны для тестирования согласно данным ТУ и не предполагают использоваться как рекомендации для предварительного нагрева и послесварочной обработки в производственной сварке. Требования к производственной сварке определяются потребителем.
- Порядок послесварочной термообработки: Поднять температуру до необходимого уровня, при скорости не превышающей 500°F [280°C] в час, выдержать необходимую температуру в течение 1 часа –0 + 15 минут, медленно охладить в печи до 600°F [315°C] при скорости охлаждения, не превышающей 350°F [195°C] в час, охладить воздухом.
- Если термически обрабатывается после сварки при температуре выше 150°F [620°C], то уменьшаются ударные свойства V-образного надреза по Шарпи..
- Выдержано при указанной температуре в течении двух часов –0 + 15 минут.
- См. ТАБЛИЦУ 1U [ТАБЛИЦУ 1M], Примечание b.

Перед сваркой опытный узел нагревается до температуры, указанной в Табл. 6 для различных классов электродов. Сварку продолжают до тех пор, пока температура металла перед следующим проходом не достигнет значений из диапазона, приведенного в Табл. 6; температуру измеряют с помощью термокарандашей или поверхностных термометров на участке, показанном на Рис. 3. Указанную температуру между проходами следует поддерживать до завершения сварки шва. Если возникает необходимость прервать сварку, узел необходимо охладить в спокойном воздухе при комнатной температуре. Перед продолжением сварки узел нагревается до температуры в пределах диапазона температур между проходами.

9.4.1.2 Если требуется послесварочная термообработка, опытный образец необходимо обработать до того, как образцы для механического тестирования будут удалены. Термическая обработка может производиться как до, так и после радиографического исследования.

Температура опытного образца повышается в подходящей термокамере в диапазоне от 150 до 500 °F [85-280 °C] в час до тех пор, пока температура послесварочной термообработки, указанной в Табл. 6 для классификации электродов, не будет достигнута. Эта температура должна поддерживаться в течении одного часа (+/- 15 минут), если иного не указано в Табл. 6. Затем опытный образец должен остыть в термокамере до температуры не выше 350 °F [200°C] в час. Он может быть извлечен из термокамеры, когда температура в камере достигнет 600 °F [300 °C] и оставлен остывать на спокойном прохладном воздухе.

9.4.2 Угловой опытный сварной узел. Необходимо выполнить подготовку и сварку опытного узла в соответствии с указаниями Табл. 3 и Рис. 4 с применением основного металла из списка, приведенного в Табл. 4. Позиции сварки должны соответствовать указаниям Примечания b Табл. 3.

Перед сборкой одна кромка вертикального элемента (ребра) должна быть подготовлена по всей длине, а основание (фланец) должно быть прямолинейным, гладким и чистым. Сборка испытательных пластин выполняется как показано на Рис. 4. В сборке прилегающие поверхности должны плотно прилегать друг к другу по всей длине соединения. Концы сварного соединения для надежности прихватывают сваркой.

Выбор процедур сварки и диаметра электродов для испытания осуществляется изготовителем. Угловой шов выполняется за один проход в полуавтоматическом или механическом режиме, по выбору изготовителя. Размер углового шва не должен превышать 3/8 дюйма (10 мм). Угловой шов выполняется на одной стороне соединения, как показано на Рис. 4. Очистка сварного шва должна ограничиваться скалыванием шлака, очисткой щеткой и пучковым зачистным молотком.

Не допускается шлифование, обработка поверхности шва напильником или резанием. Испытания узла проводятся согласно указаниям Секции 14.

10. Химический анализ

10.1 Образцы для химического анализа должны быть взяты из сварочного металла для электродов с флюсовым сердечником и защитных газов, если они применяются, рассматриваемых в настоящих Технических условиях. Образец получают из наплавленного слоя, из суженного сечения разрушенного образца для испытаний на разрыв, или из другого подходящего места (или из места, расположенного выше) в наплавленном металле сварного шва с разделкой кромок (см. Рис. 3). В спорных случаях арбитражным является метод изготовления наплавленного слоя.

10.2 Верхний слой наплавки (см. п. 9.3 рис. 2) удаляется и отбрасывается, а образец для химического анализа отбирается из нижнего слоя металла подходящим механическим способом. Образец должен быть очищен от шлака. Образец берется с глубины не менее 3/8 дюйма (10 мм) от поверхности основного металла, как показано на Рис. 1. Если образец отбирается из сварного шва с разделкой кромок или суженного сечения разрушенного при испытаниях на разрыв образца, как показано на Рис. 3, материал необходимо подготовить к анализу, пользуясь необходимыми механическими средствами.

10.3 Химический анализ образца производится подходящим аналитическим методом. Арбитражным является метод стандарта ASTM E350.

10.4 Результаты химического анализа должны отвечать требованиям Табл. 7 для испытываемого класса электродов.

11. Радиографический контроль

11.1 Сварной шов с разделкой кромок, рассмотренный в п. 9.4.1 и показанный на Рис. 3, необходимо подвергнуть радиографическому контролю для оценки бездефектности металла сварного шва. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и сварной шов с обеих сторон сборки должен быть обработан или отшлифован заподлицо с поверхностью основной пластины или с ровной высотой усиления шва, не превышающей 3/32 дюйма [2,5 мм]. Допускается удаление основного металла с обеих сторон опытного образца на 1/16 дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подложки и/или наращивания. Слой наплавного металла не должен быть удален более чем на 1/16 дюйма [1,5 мм] от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при анализе радиографических снимков.

11.3 Металл сварного шва отвечает требованиям данных Технических условий к бездефектности, если на радиографических снимках отсутствуют следующие индикаторные следы:

(a) трещины, непровар или неполное проникновение,

(b) шлаковые включения длиннее 1/4 дюйма [6 мм] или трети толщины сварного шва, независимо от его размеров, или группы шлаковых включений, совокупная длина которых

ТАБЛИЦА 7
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ A5.29/A5.29M

Обозначение металла сварного шва	Номер UNS ^b	Процент веса ^a												
		c	M	n	P	s	Si	Ni	Cr	Mo	V	Al	Cu	Другое
Электроды из молибденовой стали														
A1	W1703X	0.12	1.25		0.030	0.030	0.80	-		0.40-0.65	-	-	-	-
Электроды из хром-молибденовой стали														
B1	W5103X	0.05-0.12	1.25		0.030	0.030	0.80	-	0.40-0.65	0.40-0.65	-	-	-	-
B1L	W5113X	0.05	1.25		0.030	0.030	0.80	-	0.40-0.65	0.40-0.65	-	-	-	-
B2	W5203X	0.05-0.12	1.25		0.030	0.030	0.80	-	1.00-1.50	0.40-0.65	-	-	-	-
B2L	W5213X	0.05	1.25		0.030	0.030	0.80	-	1.00-1.50	0.40-0.65	-	-	-	-
B2H	W5223X	0.10-0.15	1.25		0.030	0.030	0.80	-	1.00-1.50	0.40-0.65	-	-	-	-
B3	W5303X	0.05-0.12	1.25		0.030	0.030	0.80	-	2.00-2.50	0.90-1.20	-	-	-	-
B3L	W5313X	0.05	1.25		0.030	0.030	0.80	-	2.00-2.50	0.90-1.20	-	-	-	-
B3H	W5323X	0.10-0.15	1.25		0.030	0.030	0.80	-	2.00-2.50	0.90-1.20	-	-	-	-
B6	W50231	0.05-0.12	1.25		0.040	0.030	1.00	0.40	4.0-6.0	0.40-0.65	-	-	0.50	-
B6L	W50230	0.05	1.25		0.040	0.030	1.00	0.40	4.0-6.0	0.45-0.65	-	-	0.50	-
B8	W50431	0.05-0.12	1.25		0.040	0.030	1.00	0.40	8.0-10.5	0.85-1.20	-	-	0.50	-
B8L	W50430	0.05	1.25		0.030	0.030	1.00	0.40	8.0-10.5	0.85-1.20	-	-	0.50	-
B9	W50531	0.08-0.13	1.20 ^d		0.020	0.015	0.50	0.80 ^d	8.0-10.5	0.85-1.20	0.15-0.30	0.04	0.25	Nb: 0.02-0.10 N: 0.02-0.07
Электроды из никелевой стали														
Nil	W2103X	0.12	1.50		0.030	0.030	0.80	0.80-1.10	0.15	0.35	0.05	1.8 ^c	-	-
Ni2	W2203X	0.12	1.50		0.030	0.030	0.80	1.75-2.75	-	-	-	1.8 ^c	-	-
Ni3	W2303X	0.12	1.50		0.030	0.030	0.80	2.75-3.75	-	-	-	1.8 ^c	-	-
Электроды из марганцево-молибденовой стали														
D1	W1913X	0.12	1.25-	2.00	0.030	0.030	0.80	-		0.25-0.55	-	-	-	-
D2	W1923X	0.15	1.65-	2.25	0.030	0.030	0.80	-		0.25-0.55	-	-	-	-
D3	W1933X	0.12	1.00-	1.75	0.030	0.030	0.80	-		0.40-0.65	-	-	-	-

ТАБЛИЦА 7
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ A5.29/A5.29M
(ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Обозначение металла сварного шва	Номер UNS ^b	Процент веса ^a											
		C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	V	Al	Cu	Другое
Другие электроды из низколегированной стали													
K1	W2113X	0.15	0.80-1.40	0.030	0.030	0.80	0.80-1.10	0.15	0.20-0.65	0.05	-	-	-
K2	W2123X	0.15	0.50-1.75	0.030	0.030	0.80	1.00-2.00	0.15	0.35	0.05	1.8 ^c	-	-
K3	W2133X	0.15	0.75-2.25	0.030	0.030	0.80	1.25-2.60	0.15	0.25-0.65	0.05	-	-	-
I<4	W2223X	0.15	1.20-2.25	0.030	0.030	0.80	1.75-2.60	0.20-0.60	0.20-0.65	0.03	-	-	-
I<5	W2162X	0.10-0.25	0.60-1.60	0.030	0.030	0.80	0.75-2.00	0.20-0.70	0.15-0.55	0.05	-	-	-
K6	W2104X	0.15	0.50-1.50	0.030	0.030	0.80	0.40-1.00	0.20	0.15	0.05	1.8 ^c	-	-
K7	W2205X	0.15	1.00-1.75	0.030	0.030	0.80	2.00-2.75	-	-	-	-	-	-
K8	W2143X	0.15	1.00-2.00	0.030	0.030	0.40	0.50-1.50	0.20	0.20	0.05	1.8 ^c	-	-
I<9	W23230	0.07	0.50-1.50	0.015	0.015	0.60	1.30-3.75	0.20	0.50	0.05	-	0.06	-
W2	W2013X	0.12	0.50-1.30	0.030	0.030	0.35-0.80	0.40-0.80	0.45-0.70	-	-	-	0.30-0.75	-
G ^e	-	-	0.50 ^f	0.030	0.030	1.00	0.50 ^f	0.30 ^f	0.20 ^f	0.10 ^f	1.8 ^c	-	-

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Отдельные значения являются максимальными, если не указано иначе.
- ASTM DS-56 или SAE HS-1086. Если "X," присутствует на последней позиции в обозначении, он указывает на степень пригодности данного типа электрода для нанесения металла сварного шва. Исключением является электрод типа T11, в котором число "9" используется вместо "11."
- Пименимо только для электродов с защитным газом. Электроды, рассчитанные на использование с защитным газом, обычно не содержат значительных примесей алюминия.
- Mn + Ni = 1.5 % максимум. См. A7.9.2 в Приложении A.
- Для соответствия группы G требованиям к сплавам, неразбавленный металл должен содержать минимальное количество указанных примесей: Mn, Ni, Cr, Mo или V.
- Минимальные значения.

превышает толщину шва в 12 раз, за исключением тех случаев, допустимые размеры, показанные на радиографических когда расстояние между соседними включениями превышает эталонов (Рис. 7).

длину наибольшего из включений в 6 раз, и

(с) скругленные индикаторные следы, превышающие допустимые по радиографическим эталонам, показанным на рис. 7.

При оценке результатов радиографического контроля участки сварного шва длиной 1 дюйм [25 мм] с каждого конца испытательного узла не учитываются.

11.3.1 Скругленный индикаторный след – это след (на радиографическом снимке), длина которого превышает его ширину не более чем в три раза. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую или неправильную форму и могут иметь "хвосты". Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая "хвост", если таковой имеется. Причиной возникновения индикаторного следа может быть шлаковое включение или пористость. Опытные узлы не отвечают требованиям настоящих Технических условий, если индикаторные следы на их радиографических снимках превышают наибольшие

12. Испытание на разрыв

12.1 При классификации многопроходных электродов отбирают один стандартный круглый образец металла сварного шва для испытания на разрыв механическим способом из сварного шва с разделкой кромок, показанного на Рис. 3 и рассмотренного в п. 9.4.1, в соответствии со стандартом AWS B4.0. Образец для испытания на разрыв должен иметь номинальный диаметр 0.500 дюйма [12.5 мм] (0.250 дюйма [6.5 мм] для некоторых типов электродов, указанных в Примечании 1 к рис. 3) и номинальное отношение расчетной длины к диаметру 4:1.

12.1.1 Образец для испытаний одного из классов, приведенных в Табл. 1U [Табл. 1M] (в состоянии непосредственно после сварки), в промежутке между механической обработкой и испытанием может быть подвергнут старению при температуре

ТАБЛИЦА 8
ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕРАМ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПРИГОДНОСТИ УГЛОВЫХ СВАРНЫХ ШВОВ

Измеренные размеры угловых сварных швов ^a		Максимальное усиление шва ^{a,b}		Максимальное различие катетов углового сварного шва ^a	
дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
$\frac{1}{8}$	3.0	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{1}{32}$	1.0
$\frac{9}{64}$	3.5	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{3}{64}$	1.0
$\frac{5}{32}$	4.0	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{3}{64}$	1.0
$\frac{11}{64}$	4.5	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{1}{16}$	1.5
$\frac{3}{16}$		$\frac{5}{64}$		$\frac{1}{16}$	
$\frac{13}{64}$	5.0	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{5}{64}$	2.0
$\frac{7}{32}$	5.5	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{5}{64}$	2.0
$\frac{15}{64}$	6.0	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{3}{32}$	2.5
$\frac{1}{4}$	6.5	$\frac{5}{64}$	2.0	$\frac{3}{32}$	2.5
$\frac{17}{64}$		$\frac{3}{32}$		$\frac{7}{64}$	
$\frac{9}{32}$	7.0	$\frac{3}{32}$	2.5	$\frac{7}{64}$	3.0
$\frac{19}{64}$	7.5	$\frac{3}{32}$	2.5	$\frac{1}{8}$	3.0
$\frac{5}{16}$	8.0	$\frac{3}{32}$	2.5	$\frac{1}{8}$	3.0
$\frac{2}{64}$	8.5	$\frac{3}{32}$	2.5	$\frac{9}{64}$	3.5
$\frac{11}{32}$	9.0	$\frac{3}{32}$	2.5	$\frac{9}{64}$	3.5
$\frac{23}{64}$		$\frac{3}{32}$		$\frac{5}{32}$	
$\frac{3}{8}$	9.5	$\frac{3}{32}$	2.5	$\frac{5}{32}$	4.0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Все измерения должны быть округлены до $\frac{1}{64}$ дюйма [0.5 мм].
b. Максимальное усиление для электродов классов EXXТ5-ХС, -ХМ может быть на $\frac{1}{32}$ дюйма [0.8 мм] больше, чем приведенные значения.

ТАБЛИЦА 9
ОГРАНИЧЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИФфуЗИОННОГО ВОДОРОДА В МЕТАЛЛЕ СВАРНОГО ШВА^a

Необязательное дополнительное обозначение содержания диффузионного водорода ^{b, c, d}	Максимальное среднее значение содержания диффузионного водорода, ^e мл/100 г наплавленного металла
H16	16.0
H8	8.0
H4	4.0

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Ограничения содержания диффундирующего водорода даны в соответствии с AWS A4.3, как указано в Секции 16.
b. См. Рис. 1.
c. Низкие уровни содержания диффундирующего водорода (H8 и H4) не отвечают требованиям для некоторых классов (см. A8.2.8).
d. Электроды, отвечающие ограничениям содержания диффундирующего водорода для категории H4 также отвечают ограничениям для категорий H8 и H16. Электроды, отвечающие ограничениям содержания диффундирующего водорода для категории H8 также отвечают ограничениям для категории H16.
e. Данные ограничения содержания водорода рассчитаны для сварки в условиях влажности воздуха, содержащего максимум 10 гран воды на фунт [1,43 г/кг] сухого воздуха. Допускаются испытания при более высокой влажности, если выполнены условия этих ограничений (см. 15.3).

не превышающей 220 °F (105 °C) в течение 48 ч, а затем охлаждению до температуры окружающей среды. Информацию о назначении процесса старения см. в п. A8.3.

12.1.2 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в Секции "Испытания на разрыв" стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M.

12.1.3 Результаты испытания на разрыв образца металла сварного шва должны отвечать требованиям, заданным в Табл. 1U или Табл. 1M13.

13. Испытание на удар

13.1 Для классификаций, требующих проведения испытаний на удар в соответствии с Табл. 3, необходимо механическим способом отобрать из испытательного узла, показанного на Рис. 3, пять образцов с V-образным надрезом для испытания на удар по Шарпи в соответствии с Секцией "Испытания сварных швов на трещиностойкость" стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M. Поверхность с надрезом и подвергаемая удару поверхность образца с V-образным надрезом для испытаний по Шарпи должны быть параллельными с отклонением не более 0,002 дюйма [0,05 мм]. Другие две поверхности должны составлять с поверхностью с надрезом и подвергаемой удару поверхностью прямой угол с отклонением не более ±10 минут. Надрез выполняют механическим способом, так чтобы он был достаточно гладким и перпендикулярным продольным кромкам образца с допуском 1 градус.

ТАБЛИЦА 10
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ ЭЛЕКТРОДОВ И ДОПУСТИМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ^a

Американская система измерений		Международная система измерений (СИ)	
Диаметр (дюйм)	Допустимое отклонение (дюйм)	Диаметр (мм)	Допустимое отклонение (мм) ^b
0.030	±0.002	0.8	+0.02/-0.05
0.035	±0.002	0.9	+0.02/-0.05
0.040	±0.002	1.0	+0.02/-0.05
0.045	±0.002	1.2	+0.02/-0.05
0.052	±0.002	1.4	+0.02/-0.05
¹ / ₁₆ (0.062)	±0.002	1.6	+0.02/-0.06
0.068	±0.003	1.8	+0.02/-0.06
0.072	±0.003		
⁵ / ₆₄ (0.078)	±0.003	2.0	+0.02/-0.06
³ / ₃₂ (0.094)	±0.003	2.4	+0.02/-0.06
⁷ / ₆₄ (0.109)	±0.003	2.8	+0.02/-0.06
0.120	±0.003		
¹ / ₈ (0.125)	±0.003	3.2	+0.02/-0.07
⁵ / ₃₂ (0.156)	±0.003	4.0	+0.02/-0.07

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Электроды указанных размеров могут быть классифицированы с использованием указанных пределов допустимых отклонений.
b. Приведенные пределы отклонений установлены стандартом ISO 544.

Геометрия надреза должна быть измерена, по крайней мере, у одного образца из пяти. Измерение выполняется при не менее чем 50-кратном увеличении на проекционно-контрольном приборе или металлографическом микроскопе. Правильное расположение надреза должно быть проверено травлением до или после механической обработки.

13.2 Пять образцов должны быть испытаны в соответствии с требованиями Секции «Испытание на удар» стандарта AWS B4.0 или B4.0M. Температура испытания должна соответствовать значениям, казаным в Табл. 1U [Табл. 1M] для соответствующего класса электрода. Для электродов, в классификационном обозначении которых указывается дополнительный (необязательный) символ ударной вязкости "J," температура испытания указана в Прим. (d) к Табл. 1U [Табл. 1M].

13.3 При оценке результатов испытаний наименьшее и наибольшее из полученных значений не принимаются во внимание. Два из оставшихся трех значений должны быть равны или превышать установленный уровень энергии в 20 футо-фунтов [27 Дж]. Одно из оставшихся трех значений может быть ниже данного уровня, однако не ниже 15 футо-фунт•с (20 Дж), а среднее из трех значений не должно быть менее заданного значения уровня энергии 20 футо-фунт•с [27 Дж]. Для классов K9 среднее из всех пяти значений должно отвечать минимальным требованиям. Одно из пяти значений может быть на 10 футо-фунтов•с [14 Дж] ниже минимальных требований.

14. Испытание угловых сварных швов

14.1 Испытание угловых сварных швов выполняется, если это требуется по таблице 3,

в соответствии с п. 9.4.2 и рис. 4. Завершенный шов подвергается визуальному осмотру по всей лицевой поверхности. На ней не должно быть трещин, а в самом шве не должно быть значительных подрезов, наплывов, шлака и поверхностной пористости. После визуального обследования из металла шва отбирается образец длиной около 1 дюйма (25 мм), как показано на Рис. 4. Поверхность поперечного сечения образца должна быть отполирована, протравлена, а затем исследована согласно указаниям п. 14.2

14.2 На подготовленной поверхности наносят разметочные линии, как показано на Рис. 5, затем непосредственным измерением определяют катеты и выпуклость шва с точностью до 1/64 дюйма [0,5 мм]. Результаты измерений должны отвечать требованиям, установленным в Табл. 8 для выпуклости шва и допустимого различия в длине катетов.

14.3. Остальные два сечения опытного сварного узла должны быть разрушены по угловому шву в продольном направлении с приложением усилия согласно Рис. 4. Для облегчения разрушения по шву при необходимости можно использовать одну из следующих методик:

(a) К каждому катету шва может быть добавлен валик усиления, как показано на Рис. 6(a).

(b) Можно изменить положение ребра на фланце, как показано на Рис. 6(b).

(c) Внешняя поверхность углового шва может быть надрезана, как показано на Рис. 6(c).

Испытания, при которых металл шва вырывается из основного металла при изгибании, считаются недействительными. Образцы, показавшие такие результаты, заменяют (образец

ТАБЛИЦА 11
ТРЕБОВАНИЯ К УПАКОВКЕ^а

Тип упаковки	Размер упаковки ^б				Вес электрода ^с	
	дюйм		мм		фунт	кг
Катушки без основы	(d)	(d)	(d)	(d)		
Катушки с основой (см. ниже)	6- ³ / ₄ 12	ID ID	170 300	ID ID	14 25, 30, 50 и 60	6 10, 15, 25 и 30
Бобины	4	OD	100	OD	1- ¹ / ₂ и 2- ¹ / ₂	0,5 и 1,0
	8	OD	200	OD	10, 12 и 15	4,5, 5,5 и 7
	12	OD	300	OD	25, 30, 35, и 44	10, 15, и 20
	14	OD	350	OD	50 и 60	20 и 25
	22	OD	560	OD	250	100
	24	OD	610	OD	300	150
	30	OD	760	OD	600, 750 и 1000	250, 350 и 450
Цилиндры	15- ¹ / ₂	OD	400	OD	(d)	(d)
	20	OD	500	OD	(d)	(d)
	23	OD	600	OD	300 и 600	150 и 300

Стандартные размеры и вес катушек с основой^а

Размер электрода	Вес катушки, Нетто ^а		Размеры катушки			
	фунт	кг	Внутренний диаметр гильзы		Ширина спирального электрода	
			дюйм	мм	дюйм (макс.)	мм (макс.)
Все	14	6	6- ³ / ₄ ± ¹ / ₈	170 ± 3	3	75
	25 и 30	10 и 15	12 ± ¹ / ₈	300 +3, -10	2- ¹ / ₂ или 4- ⁵ / ₈	65 или 120
	50, 60 и 65	20, 25 и 30	12 ± ¹ / ₈	300 +3, -10	4- ⁵ / ₈	120

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Продукция других размеров и веса может поставляться по договоренности поставщика и потребителя.
 б. ID = внутренний диаметр, OD = внешний диаметр.
 с. Допустимое отклонение в весе без упаковки ± 10 процентов.
 д. По договоренности поставщика и потребителя.

на образец), и затем доводят испытание до конца. В данном случае не действует требование удвоения количества образцов при повторных испытаниях, содержащееся в Секции 8.

14.4 Разрушенные поверхности подвергают обследованию. На них не должно быть трещин, а также значительных пор и шлаковых включений. Непровар у основания шва не должен превышать 20 % общей длины шва. Наличие шлака за вершиной равнобедренного треугольника с гипотенузой в качестве основания (см. Рис. 5), не считается непроваром.

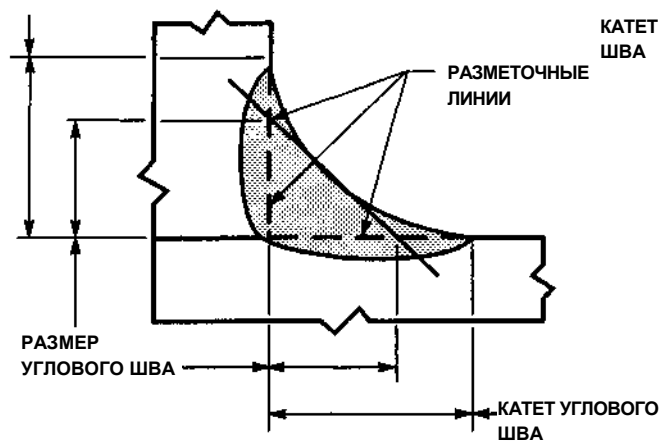
15. Испытание по определению содержания диффузионного водорода

15.1 Электроды наибольшего (³/₄ дюйма [2,4 мм]) и наименьшего (0,045 дюйма [1,2 мм]) диаметров, в классификационном обозначении которых требуется указать дополнительный символ диффузионного водорода, испытывают по одной из методик, приведенных в стандарте А 4.3. Если максимальный диаметр электрода составляет ¹/₁₆ дюйма [1,6 мм] или менее, необходимо тестировать только электрод наибольшего диаметра. При испытании по определению содержания диффузионного водорода применяется механизированная система сварки.

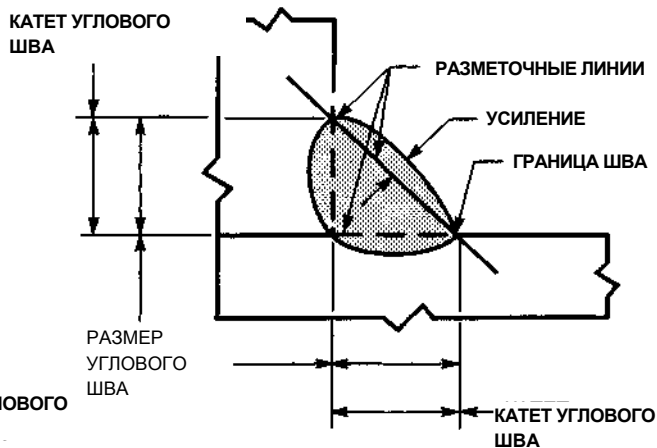
Если среднее значение результатов испытаний удовлетворяет требованиям, приведенным в Табл. 9, в классификационное обозначение можно включить дополнительное (необязательное) обозначение диффузионного водорода.

15.2 Сварку при испытаниях можно проводить электродом из ранее не открывавшихся контейнеров. Кондиционирование электрода до испытаний не допускается. Кондиционирование подразумевает любую специальную подготовку или процедуру, такую как обжигание электрода, которые обычно не применяются потребителем. Защитный газ, если он применяется, используемый в целях классификации, также должен использоваться при испытании по определению содержания диффузионного водорода. Сварка для определения содержания диффузионного водорода производится при скорости подачи сварочной проволоки (или сварочном токе), которая соответствует рекомендованным изготовителям рабочим диапазонам для размера и типа электрода, применяемого в тестировании. Минимальная скорость подачи проволоки (WFR) вычисляется по уравнению, приведенному ниже. При использовании сварочного тока, в формулу подставляется «сварочный ток» вместо «WFR».

РИС. 5 РАЗМЕРЫ УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА

КАТЕТ УГЛОВОГО
ШВА

(А) ОСЛАБЛЕННЫЙ УГЛОВОЙ ШОВ

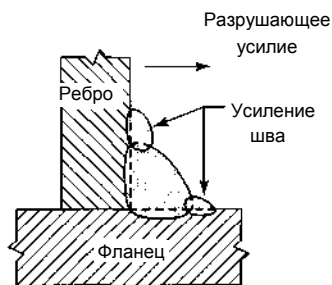


(Б) УСИЛЕННЫЙ УГЛОВОЙ ШОВ

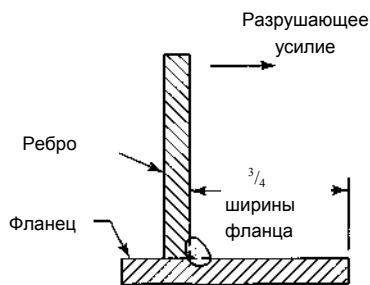
ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Размер углового сварного шва составляют длины катетов наибольшего прямоугольного треугольника вписанного в поперечный разрез шва.
2. Усиление шва – это максимальное расстояние от поверхности усиленного углового шва по перпендикуляру к линии, соединяющей границы шва.
3. Катет углового сварного шва – расстояние между основанием колена и границей шва.

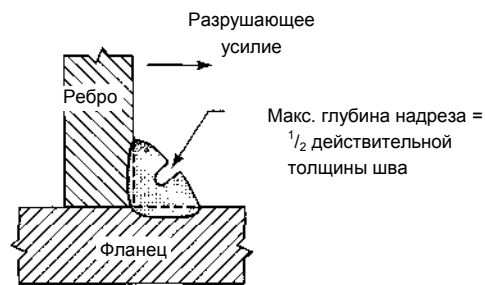
РИС. 6 ДРУГИЕ МЕТОДЫ ОБЛЕГЧЕНИЯ РАЗРУШЕНИЯ ПО ШВУ



(а) Усиление сварного шва



(б) Смещение ребра



(в) Надрез

Напряжение при испытании должно соответствовать рекомендациям производителя для подачи сварочной проволоки (или сварочного тока), используемых при испытании. Контактное расстояние от электрода до изделия должно соответствовать минимальным требованиям производителя для подачи сварочной проволоки (или сварочного тока), используемых при испытании. Скорость хода должна соответствовать требованиям для получения сварного шва, подходящего для данного образца. См. A8.2.7.

$$WFR_{\min} = WFR_{\text{mfg.min}} + 0,75(WFR_{\text{mfg.max}} - WFR_{\text{mfg.min}}),$$

где

$WFR_{\min}$ – минимальная скорость подачи проволоки при испытании на содержание диффузионного водорода

$WFR_{\text{mfg.min}}$ – минимальная скорость подачи проволоки, рекомендуемая производителем

$WFR_{\text{mfg.max}}$ – максимальная скорость подачи проволоки, рекомендуемая производителем

15.3 Для сертификации соответствия требованиям к необязательному испытанию по определению содержания диффузионного водорода эталонными являются атмосферные условия, обеспечивающие абсолютную влажность 10 гран влаги на фунт (1,43 г/кг) сухого воздуха во время сварки⁸. Фактические атмосферные условия должны быть указаны наряду со средним значением результатов испытаний в соответствии со стандартом AWS A 4.3.

15.4 Если абсолютная влажность во время подготовки опытного узла равна или превышает эталонное значение, испытание считается удовлетворяющим требованиям данных Технических условий при условии, что фактические результаты испытания удовлетворяют требованиям в отношении диффузионного водорода для применяемого дополнительного (необязательного) обозначения. Если фактические результаты испытания электрода отвечают требованиям к более низкому или самому низкому обозначению диффузионного водорода, как указано в Табл. 9, электрод отвечает также требованиям для обозначения, соответствующего более высокому содержанию диффузионного водорода в Табл. 9, без необходимости повторного испытания.

16. Способ изготовления

Электроды, классифицируемые согласно данным Техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение изделий, отвечающих требованиям данных Технических условий.

17. Стандартные размеры

Стандартные размеры присадочного металла в различных формах упаковки (бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки должны соответствовать указанным в Табл. 10 (см. Секцию 19, Стандартные формы упаковки).

18. Чистовая обработка и однородность

18.1 Все электроды должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин

(исключая продольные соединения) инородных включений, которые могли бы ухудшить сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или характеристики наплавленного металла шва.

18.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть изготовлен из одной партии, как указано в стандарте AWS A5.01, а швы, если они есть, должны быть выполнены таким образом, чтобы не препятствовать равномерной непрерывной подаче электрода на автоматическом и полуавтоматическом сварочном оборудовании.

18.3 Компоненты металлического сердечника трубчатых электродов должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не ухудшать рабочие характеристики электрода и свойства наплавленного металла шва.

18.4 На любой электрод из перечисленных в настоящих Технических условиях может быть нанесено подходящее защитное покрытие.

19. Стандартные формы упаковки

19.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры и вес для различных форм упаковки приведены в Табл. 11 и на Рис. 8 и 9. Нестандартные формы, размеры и вес упаковки должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

19.2 Конструкция облицовки в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычной транспортировке и эксплуатации; бобины должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы обеспечивать чистоту электрода.

19.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию электродов при транспортировке и эксплуатации в обычных условиях, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять электроды в чистоте.

20. Требования к намотке

20.1 Электроды на катушках и в бухтах (включая барабаны) должны быть намотаны без перекручивания, извивов, острых перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию. Наружный конец электрода (с которого будет начинаться сварка) должен быть маркирован в целях быстрого обнаружения и закреплен, чтобы предотвратить разматывание.

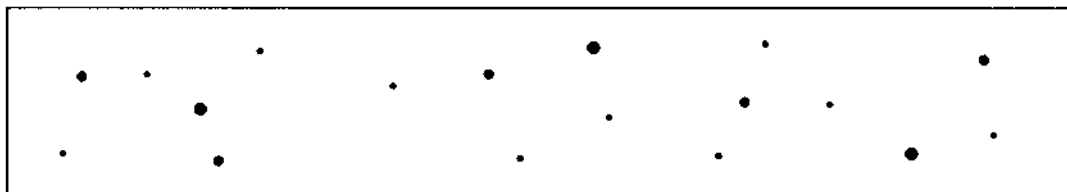
20.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

21. Маркировка электрода

21.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, которая согласно указаниям Секции 23 должна быть обозначена на каждой упаковке, также наносится на каждую бухту, катушку и барабан.

⁸ См. A8.2.5 в Приложении А.

РИС. 7 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ДЛЯ ТЕСТИРУЕМОГО УЗЛА НА РИС. 3

**(а) Индикаторные следы круглой формы, неоднородные**

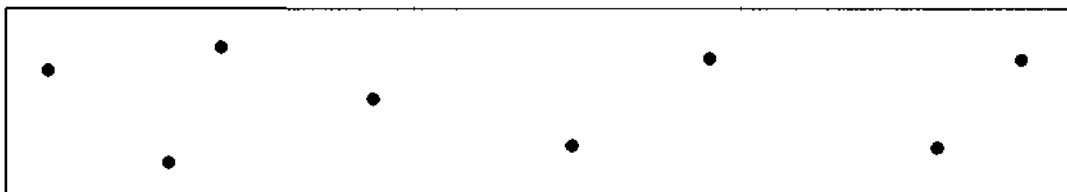
Размер от $\frac{1}{64}$ дюйма (0,4 мм) до $\frac{1}{16}$ дюйма (1,6 мм) в диаметре или по длине.

Максимальное количество на 6 дюймов (150 мм) сварного шва = 18, со следующими ограничениями:

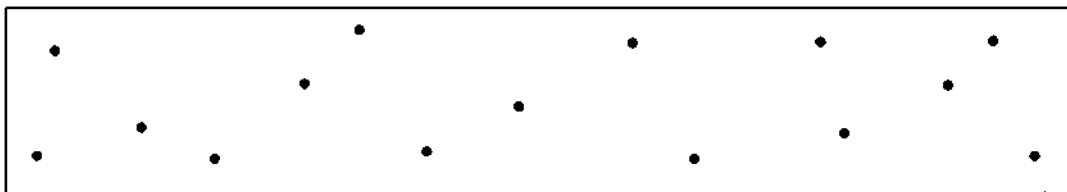
Максимальное количество больших, от $\frac{3}{64}$ дюйма (1,2 мм) до $\frac{1}{16}$ дюйма (1,6 мм) в диаметре или по длине = 3.

Максимальное количество средних от $\frac{1}{32}$ (0,8 мм) до $\frac{3}{64}$ дюйма (1,2 мм) в диаметре или по длине = 5.

Максимальное количество маленьких, от $\frac{1}{64}$ дюйма (0,4 мм) до $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм) в диаметре или по длине = 10.

**(b) Индикаторные следы круглой формы большого размера**

Размер от $\frac{3}{64}$ дюйма (1,2 мм) до $\frac{1}{16}$ дюйма (1,6 мм) в диаметре или по длине. Максимальное количество на 6 дюймов (150 мм) сварного шва = 8.

**(с) Индикаторные следы круглой формы среднего размера**

Размер от $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм) до $\frac{3}{64}$ дюйма (1,2 мм) в диаметре или по длине. Максимальное количество на 6 дюймов (150 мм) сварного шва = 15.

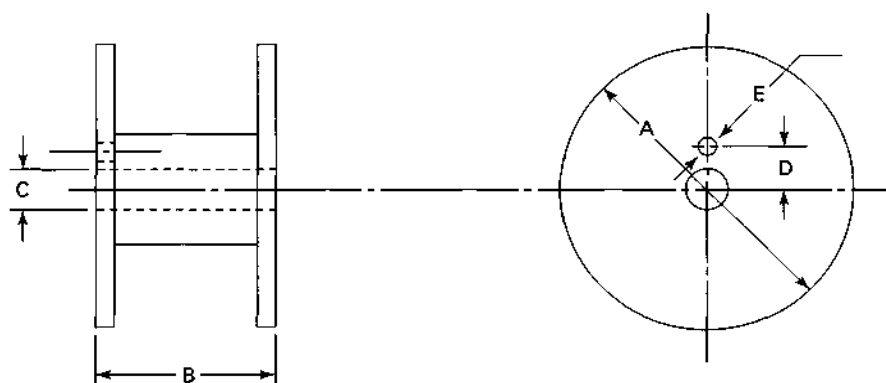
**(d) Индикаторные следы круглой формы небольшого размера**

Размер $\frac{1}{64}$ дюйма (0,4 мм) до $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм) в диаметре или по длине. Максимальное количество на 6 дюймов (150 мм) сварного шва = 30.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. При использовании данных стандартов, индикаторные следы, более подходящие по размеру к описанным здесь для тестового образца, используются для определения соответствия данным радиографическим стандартам.
2. Поскольку данные испытания производились в лабораторных условиях с целью классификации, требования, применяемые к этим испытаниям, являлись более жёсткими, чем требования к радиографическим показаниям в условиях производства.
3. Индикаторные следы, чьи наибольшие размеры не превышают $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм] не учитываются.

РИС. 8 СТАНДАРТНЫЕ БОБИНЫ - РАЗМЕРЫ БОБИН: 4, 8, 12, И 14 ДЮЙМОВ [100, 200, 300, И 350 ММ]

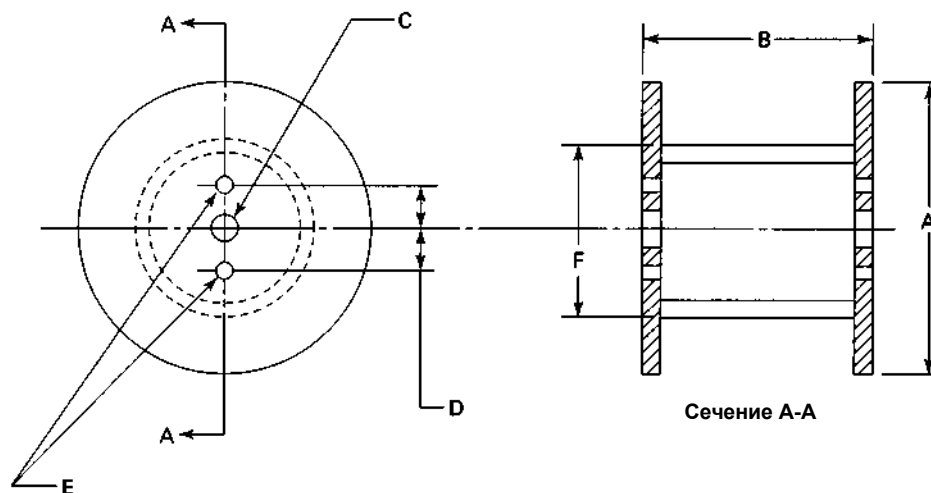
Отверстие для
вращения

		Размеры							
		4 дюйм [100 мм]		8 дюйм [200 мм]		12 дюйм [300 мм]		14 дюйм [350 мм]	
		Бобина		Бобина		Бобина		Бобина	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, макс.. [Прим. (4)]	4,0	102	8,0	203	12	305	14	355
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103	4,0	103
	Допустимые отклонения по ширине	$\pm 0,03$	$+ 0, - 2$	$\pm 0,03$	$+ 0, - 3$	$\pm 0,06$	$+ 0, - 3$	$\pm 0,06$	$+ 0, - 3$
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допустимые отклонения по диаметру	$+ 0,01, - 0$	$+ 1, - 0$	$+ 0,06, - 0$	$+ 2,5, - 0$	$+ 0,06, - 0$	$+ 2,5, - 0$	$+ 0,06, - 0$	$+ 2,5, - 0$
D	Расстояние между осями	—	—	1,75	44,5	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допустимые отклонения по расстоянию между осями	—	—	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
E	Диаметр [Прим. (3)]	—	—	0,44	10	0,44	10	0,44	10
	Допустимые отклонения по диаметру	—	—	$+ 0, - 0,06$	$+ 1, - 0$	$+ 0, - 0,06$	$+ 1, - 0$	$+ 0, - 0,06$	$+ 1, - 0$

ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1) Внешний диаметр бобины должен позволять осуществлять подачу присадочной проволоки.
- 2) Внутренний диаметр бобины должен быть достаточным, чтобы увеличение или смещение оси бобины и бортов не привело к тому, что внутренний диаметр бобины оказался бы меньше, чем внутренний диаметр бортов.
- 3) В каждом из бортов имеются отверстия, но не обязательно расположенные на одной линии. Бобины размером 4 дюйма [100 мм] не имеют отверстий.
- 4) Метрические измерения и пределы отклонений соответствуют стандарту ISO 544, кроме п. «А», указывающего отклонения, как в большую, так и в меньшую сторону от минимального диаметра, а не только в большую сторону, как приведенные здесь максимальные значения отклонений.

РИС. 9 СТАНДАРТНЫЕ БОБИНЫ – РАЗМЕРЫ БОБИН: 22, 24 И 30 ДЮЙМА [560, 610, И 760 ММ]



		Размеры					
		Бобина в 22 дюйма [560 мм]		Бобина в 24 дюйма [610мм]		Бобина в 30 дюймов [760мм]	
		дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
A	Диаметр, макс.	22	560	24	610	30	760
B	Ширина, макс.	12	305	13.5	345	13.5	345
C	Диаметр	1,31	35,0	1,31	35,0	1,31	35,0
	Допустимые отклонения по диаметру	+ 0,13, - 0	± 1,5	+ 0,13, - 0	± 1,5	+ 0,13, - 0	± 1,5
D	Расстояние от центра до центра	2,5	63,5	2,5	63,5	2,5	63,5
	Допустимые отклонения по расстоянию от центра до центра	± 0,1	± 1,5	± 0,1	± 1,5	± 0,1	± 1,5
E	Диаметр [Прим. (1)]	0,69	16,7	0,69	16,7	0,69	16,7
	Допустимые отклонения по диаметру	+ 0, - 0,06	± 0,7	+ 0, - 0,06	± 0,7	+ 0, - 0,06	± 0,7

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Внешний диаметр бобины должен позволять осуществлять подачу присадочной проволоки.
- (2) Внутренний диаметр бобины должен быть достаточным, чтобы увеличение или смещение оси бобины и бортов не привело к тому, что внутренний диаметр бобины оказался бы меньше, чем внутренний диаметр бортов.
- (3) В каждом из бортов имеются отверстия, но не обязательно расположенные на одной линии. Бобины размером 4 дюйма [100 мм] не имеют отверстий.

21.2 Бухты без бобин должны быть снабжены биркой, содержащей вышеупомянутую информацию, надежно закрепленной на внутреннем конце бухты.

21.3 Информационная бирка должна быть надежно закреплена на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

21.4 У катушек эта информация должна быть четко обозначена на видном месте на наружной стороне, по крайней мере одного фланца.

21.5 У барабанов информационная бирка прочно крепится на видном месте на боковой стороне барабана.

22. Упаковка

Электроды должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

23. Маркировка упаковки

23.1 На каждой упаковке должна быть нанесена разборчивая и хорошо заметная маркировка, содержащая, как минимум, следующую информацию:

(a) номер Технических условий AWS (год выпуска можно опустить) и классификационное обозначение с указанием всех дополнительных (необязательных) символов;

(b) наименование и торговый знак фирмы-поставщика;

(c) размер и вес нетто;

(d) номер партии, контроля или плавки.

23.2 Информация о мерах предосторожности⁹, представленная в стандарте ANSI Z49.1, в его последнем издании (как минимум) или аналогичном издании, должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов с флюсовым сердечником, в том числе единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

⁹ Примеры типовых предупреждающих надписей показаны в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А

Руководство к техническим условиям AWS на электроды из низколегированной стали с сердечником из флюса для дуговой сварки

(Данное приложение не является частью документа AWS A5.29/A5.29M:2005, *Электроды из низколегированной стали с сердечником из флюса для дуговой сварки. Технические условия*, но включено только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию электродов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. Технические условия для основных металлов и процессов сварки рекомендованы к применению в любых случаях, в которых эти сведения могут оказаться полезными. Такие ссылки предназначены служить скорее примером, нежели полным перечнем материалов и процессов, для которых пригоден каждый из присадочных металлов.

A2. Система классификации

A2.1 Используемая в данных технических условиях система классификации электродов, по большей части, соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS на присадочные металлы. Иллюстрация данной системы приведена на Рис. 1.

A2.2 Некоторые классы предназначены исключительно для сварки в нижней и горизонтальной позициях (например, E70T5-A1C). Другие классы предназначены для сварки во всех позициях (например, E81T1-Ni1H). Как и в случае покрытых электродов для дуговой сварки, меньшие размеры электродов с сердечником из флюса применяются для сварки в произвольной позиции. Электроды с сердечником из флюса диаметром более $\frac{3}{64}$ дюйма [2,0 мм] обычно используются для выполнения горизонтальных угловых сварных швов и сварки в нижней позиции.

A2.3 Необязательные дополнительные обозначения также используются в данных технических условиях для обозначения классов электродов, отвечающих определенным дополнительным требованиям по соглашению между поставщиком и покупателем. Необязательные дополнительные обозначения не являются ни составной частью класса, ни его обозначением.

A2.3.1 Для многих классов в настоящих технических условиях установлены требования к испытаниям на ударную вязкость при различных температурах испытания, как показано в Таблице 1U [Таблице 1M]. Чтобы включить в классификацию изделия, обладающие повышенной прочностью металла сварного шва при низких температурах, было добавлено необязательное дополнительное обозначение «J» для классов металл сварного шва. Они при испытании выдерживают нагрузку 20 футо-фунт•с (27 Дж) при температуре на 20 °F (10 °C) ниже, чем стандартная температура, указанная в Таблице 1U [Таблице 1M]. Пользователю следует помнить, что, несмотря на повышенную прочность металла сварного шва

при проведении сварки в условиях, аналогичных условиям подготовки испытательной сборки, установленным в данных технических условиях, другие случаи применения электрода, например, долговременная термическая обработка после сварки (PWHT) или сварки в вертикальной позиции при проходе снизу вверх с повышенной погонной энергией, могут значительно отличаться от данного повышенного уровня прочности. Пользователям всегда следует проводить свои собственные испытания для проверки свойств.

A2.3.2 В настоящие технические условия включены вопросы применения необязательных обозначений для диффузионного водорода (см. Таблицу 9 и п. A8.2) с целью указания максимального среднего значения, полученного при условиях испытания, ясно указанных в документе AWS A4.3. Считается, что электроды, обозначенные как соответствующие нижним или наинизшим предельным значениям водорода, указанным в Таблице 9, также способны удовлетворить любым более высоким предельным значениям водорода при испытании в соответствии условиями, описанными в Секции 15. В качестве примера см. Примечание d к Таблице 9.

A2.4 Класс «G»

A2.4.1 Этот класс включает в себя электроды, классифицируемые как EXXTX-G, -GC, -GM, EXXTG-X и EXXTGG. Литера «G» указывает на то, что электрод относится к общему классу. Этот класс является «общим», потому что не все из отдельных требований, определенных для каждого из других классов, определены для этого класса. Целью введения данного класса является предоставление средства, с помощью которого электроды, которые отличаются в том или ином отношении (например, по химическому составу) от всех других классов могли бы, тем не менее, быть классифицированы в рамках настоящих технических условий. Других классов имеется в виду, что состав металла сварного шва — в случае, используемом в примере — не соответствует составу, указанному для какого-либо класса в настоящих технических условиях. Это сделано для того, чтобы можно было немедленно классифицировать полезный присадочный металл в соответствии с существующими техническими условиями, не дожидаясь их пересмотра. Это означает, следовательно, что два электрода, каждый из которых имеет одну и ту же литеру «G» в своем классификационном обозначении, могут существенно различаться в определенном отношении (например, опять же, по химическому составу).

A2.4.2 Суть различия (хотя не обязательно величина этого отличия) между электродами класса «G» и схожими классами без литеры «G» будет ясно видна из использования формулировок "не требуется" и "не оговорено" в данных технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

(a) формулировка «не оговорено» используется в тех разделах технических условий, которые относятся к результатам какого-либо конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования для этого испытания не определены для данного класса;

(b) формулировка «не требуется» используется в тех разделах данных технических условий, которые относятся к испытаниям, необходимым для классификации электрода. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса не были установлены. Иными словами, если требование не оговорено, нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести электрод к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность определенного применения конкретного изделия данного класса, то ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику изделия. Покупатель должен также оговорить с поставщиком конкретную методику испытания и приемочные требования для этого испытания. По желанию эта информация может быть включена в заказ на покупку (см. документ AWS A5.01).

A2.5 Запрос о введении нового класса присадочного металла

A2.5.1 Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса «G», изготовитель вправе потребовать введения для данного присадочного металла нового класса. Изготовитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже. Когда изготовитель решает использовать класс «G», Комитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам рекомендует изготовителю все же запросить введение класса для этого присадочного металла, в случае, если этот присадочный металл имеет коммерческое значение.

A2.5.2 Запрос на введение нового класса присадочного металла должен быть подан в письменной форме и должен содержать достаточное количество подробностей, чтобы Комитет или Подкомитет по присадочным металлам и сопутствующим материалам могли определить, является ли целесообразным введение нового класса или следует модифицировать существующую классификацию, и является ли любое из этих решений необходимым для того, чтобы удовлетворить потребность. Конкретно, запрос должен включать:

(a) все требования к классификации, как к уже существующим классификациям, такие как химический состав, требования к механическим свойствам и требования к испытаниям на эксплуатационную готовность;

(b) все условия для проведения тестов с целью продемонстрировать соответствие продукции требованиям классификации (например, достаточно указать, что условия сварки такие же, как и для других классификаций).

(c) Информацию по Описанию и Использованию, которая аналогична подобной информации для существующих классификаций, для соответствующей секции данного Приложения;

(d) Предлагаемый Номер ASME "F", если таковой присвоен.

Запрос по новой классификации будет неполным без указанной информации. Секретарь будет вынужден вернуть запрос его подателю для внесения дополнений.

A2.5.3 Запрос посылается в секретариат Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам, находящийся в головном офисе AWS. По получении запроса, секретариат предпримет следующие шаги:

(a) присваивает запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать в себя дату получения запроса;

(b) подтверждает получение запроса и передает идентификационный номер лицу, сделавшему запрос;

(c) направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом;

(d) подшивает оригинал запроса в архив;

(e) вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

A2.5.4 Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. В случае задержки более чем на 12 месяцев, секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателю Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по истечении 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и секретарь докладывает о них председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам для принятия на контроль.

A2.5.5 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня для каждого заседания Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам. Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества по сварке.

A2.6 Международная система обозначений наплавных металлов разработана Международным Институтом Сварки (IIW) для возможного принятия в качестве стандарта технических условий ISO. Наиболее поздние предложения по обозначениям наплавных металлов внесены в издание AWS IFS:2002, Международного каталога классификаций наплавных металлов. В Таблицах A1, A2 и A3 даются предложенные ISO обозначения, применимые к классификациям наплавных металлов, включенным в данные технические условия.

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных в рамках данных технических условий, выполняется в соответствии с документом AWS A5.01, как это определено в настоящих технических условиях. Любые испытания материалов, поставленных в

ТАБЛИЦА A1
СРАВНЕНИЕ ПОЧТИ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ^{a,b} С ОБОЗНАЧЕНИЯМИ ISO/DIS 17632^c

ISO/DIS 17632A ^c	ISO/DIS 17632B	AWS A5.29	AWS A5.29M
	T493T5-XXP-2M3	E7XT5-A1X	E49XT5-A1X
T46Z Mo X X	T55ZT1-XXA-2M3	E8XT1-A1X	E55XT1-A1X
	T433T8-XNA-N1	E6XT8-K6	E43XT8-K6
	T493T8-XNA-N1	E7XT8-K6	E49XT8-K6
	T496T5-XXA-N1	E7XT5-K6X	E49XT5-K6X
T35 3 1Ni X X	T433T1-XXA-N2	E6XT1-Ni1X	E43XT1-Ni1X
T38 3 1Ni X X	E493T6-XNA-N2	E7XT6-Ni1	E49XT6-Ni1
	T493T8-XNA-N2	E7XT8-Ni1	E49XT8-Ni1
	T553T1-XXA-N2	E8XT1-Ni1X	E55XT1-Ni1X
T46 3 1Ni X X	T556T5-XXP-N2	E8XT5-Ni1X	E55XT5-Ni1X
	T493T8-XNA-N5	E7XT8-Ni2	E49XT8-Ni2
	T553T8-XNA-N5	E8XT8-Ni2	E55XT8-Ni2
T46 4 2Ni X X	T554T1-XXA-N5	E8XT1-Ni2X	E55XT1-Ni2X
T46 6 3Ni X X	T557T5-XXP-N7	E8XT5-Ni3X	E55XT5-Ni3X
T50 3 1NiMo X X	T554T5-XXA-N2M2	E8XT5-K1X	E55XT5-K1X
	T492T4-XNA-N3M1	E70T4-K2	E490T4-K2
	T493T7-XNA-N3M1	E7XT7-K2	E49XT7-K2
	T493T8-XNA-N3M1	E7XT8-K2	E49XT8-K2
	T553T1-XXA-N3M1	E8XT1-K2X	E55XT1-K2X
	T553T5-XXA-N3M1	E8XT5-K2X	E55XT5-K2X
	T553T1-XXA-NCC1	E8XT1-W2X	E55XT1-W2X

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Требования к эквивалентным классификациям не обязательно полностью соответствуют.
- b. Символ "X" в обозначениях указывает на тип сердечника электрода, а также предписанность или тип используемого защитного газа (если он применяется). Символы "A" и "P" в обозначениях ISO 17632B указывают на то, достигнуты ли необходимые механические характеристики в условиях термообработки непосредственно после сварки (A) или через некоторое время после сварки (P), а символ "N" за знаком "X" применяется (в классификациях ISO 17632B) в тех случаях, когда не требуется использование защитного газа.
- c. ISO/DIS 17632, *Сварочные материалы — Трубчатые электроды с сердечником для газозлектрической или негазозлектрической дуговой сварки изделий из нелегированной и гранулированной стали — Классификация*

ТАБЛИЦА A2
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ^{a,b} С ОБОЗНАЧЕНИЯМИ ISO 17634^c

ISO 17634A ^c	ISO 17634B	AWS A5.29	AWS A5.29M
T Mo X X	T55TX-XX-2M3	E8XTX-A1X	E55XTX-A1X
T MoL X X	T49TX-XX-2M3	E7XTX-A1X	E49XTX-A1X
	T55TX-XX-CM	E8XTX-B1X	E55XTX-B1X
	T55TX-XX-CML	E8XTX-B1LX	E55XTX-B1LX
T CrMo1 X X	T55TX-XX-1CM	E8XTX-B2X	E55XTX-B2X
T CrMo1L X X	T55TX-XX-1CML	E8XTX-B2LX	E55XTX-B2LX
	T55TX-XX-1CMH	E8XTX-B2HX	E55XTX-B2HX
T CrMo2 X X	T55TX-XX-2C1M	E8XTX-B3X	E55XTX-B3X
T CrMo2L X X	T55TX-XX-2C1ML	E8XTX-B3LX	E55XTX-B3LX
	T55TX-XX-2C1MH	E8XTX-B3HX	E55XTX-B3HX
T CrMo 5 X X	T55TX-XX-5CM	E8XTX-B6X	E55XTX-B6X
	T55TX-XX-5CML	E8XTX-B6LX	E55XTX-B6LX
	T55TX-XX-9C1M	E8XTX-B8X	E55XTX-B8X
	T55TX-XX-9C1ML	E8XTX-B8LX	E55XTX-B8LX
	T55TX-XX-9C1MV	E9XTX-B9X	E62XTX-B9X

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Требования к эквивалентным классификациям не обязательно полностью соответствуют.
- b. Символ "X" в обозначениях указывает на тип сердечника электрода, применимость электрода и тип используемого защитного газа (если он применяется), при соответствующих условиях.
- c. ISO 17634, *Сварочные материалы — Трубчатые электроды с сердечником для газозлектрической сварки изделий из жаропрочной стали. Классификация.*

ТАБЛИЦА А3
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ^{a,b} С ОБОЗНАЧЕНИЯМИ ISO 18276^c

ISO/DIS 18276A ^c	ISO/DIS 18276B	AWS A5.29	AWS A5.29M
	T624T1-XXA-N4	E9XT1-Ni2X	E62XT1-Ni2X
	T627T5-XXP-N7	E9XT5-Ni3X	E62XT5-Ni3X
	T624T1-XXA-3M2	E9XT1-D1X	E62XT1-D1X
T55 4 MnMo X X	T625T5-XXP-4M2	E9XT5-D2X	E62XT5-D2X
T62 3 MnMo X X	T694T5-XXP-4M2	E10XT5-D2X	E69XT5-D2X
T55 1 MnMo X X	T622T1-XXA-3M3	E9XT1-D3X	E62XT1-D3X
	T625T5-XXA-N3M1	E9XT5-K2X	E62XT5-K2X
T55 2 MnNiMo X X	T692T1-XXA-N3M2	E10XT1-K3X	E69XT1-K3X
T55 4 MnNiMo X X	T695T5-XXA-N3M2	E10XT5-K3X	E69XT5-K3X
T62 1 Mn2NiMo X X	T762T1-XXA-N3M2	E11XT1-K3X	E76XT1-K3X
	T83ZT1-XXA-N3C1M2	E12XT1-K5X	E83XT1-K5X
T62 1 Mn2NiCrMo X X	T762T1-XXA-N4C1M2	E11XT1-K4X	E76XT1-K4X
T62 4 Mn2NiCrMo X X	T765T5-XXA-N4C1M2	E11XT5-K4X	E76XT5-K4X
T69 4 Mn2NiCrMo X X	T835T5-XXA-N4C1M2	E12XT5-K4X	E83XT5-K4X
	T695T1-XXA-N5	E10XT1-K7X	E69XT1-K7X
	T623T8-XNA-N2	E9XT8-K8	E62XT8-K8
	T695T1-XXA-N6C1M1	E10XT1-K9X	E69XT1-K9X

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Требования к эквивалентным классификациям не обязательно полностью соответствуют.
- Символ "X" в обозначениях указывает на тип сердечника электрода, позиционность и тип используемого защитного газа (если он применяется). Символы "A" и "P" в обозначениях стандартов ISO 18276B указывают на то, достигнуты ли механические характеристики при термической обработке непосредственно (A) или через некоторое время после сварки, а символ N, следующий за X, применяется при использовании защитного газа.
- ISO/DIS 18276, *Сварочные материалы — Трубчатые электроды с сердечником для газозлектрической или неагазозлектрической сварки изделий из высокопрочной стал — Классификация.*

соответствии с данными техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны быть четко указаны в заказе на покупку в соответствии с положениями документа AWS A5.01. В случае отсутствия каких-либо указаний такого рода в заказе на покупку, поставщик может отправить материал, прошедший любые испытания, которые обыкновенно проводятся поставщиком для материала данного класса, как указано для спецификационного номера F в Таблице I документа AWS A5.01. Испытание в соответствии с любым другим спецификационным номером в этой таблице должно быть специально затребовано в заказе на покупку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с этими требованиями.

A4. Сертификация

Нанося обозначение технических условий AWS и классификации, а также дополнительных обозначений, на упаковку изделия, поставщик (изготовитель) удостоверяет тот факт, что данное изделие удовлетворяет всем требованиям настоящих технических условий.

Единственным безоговорочным требованием данного свидетельства является то, что изготовитель действительно провел испытания, требуемые техническими условиями, на представительной выборке поставляемого материала, и этот материал отвечает требованиям технических условий. Представительной выборкой материала в данном случае служит любая партия крупносерийного производства материала этого класса, изготовленная по одной и той же технологии. Сертификация не предполагает, что испытания были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания не обязательно проводить на конкретном материале поставки. Основой для

сертификации, требуемой техническими условиями, является классификационное испытание, проводимое на вышеупомянутой представительной выборке, и система обеспечения качества производителя в соответствии с документом AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов. К этим факторам относятся:

- размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении;
- скорость выделения дыма, газов или пыли в зависимости от применяемых при сварке материалов и технологий;
- степень удаленности сварщиков или операторов сварочных аппаратов от дыма, появляющегося в сварочной зоне, и от газов и пыли в помещении, где работают сварщики или операторы сварочных аппаратов;
- вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка.

A5.2 В Американском национальном стандарте Z49.1 (который опубликован Американским обществом по сварке) рассматриваются вопросы вентиляции, которая требуется при выполнении сварочных работ. Для выяснения подробностей по этому вопросу следует обратиться к этому документу. Особое внимание следует обратить на разделы, посвященные Вентиляции.

А6. Аспекты сварочных работ

А6.1 При изучении свойств металла сварного шва, полученных в результате испытаний, которые проводились в соответствии с настоящими техническими условиями, следует учитывать, что в производстве, где условия и процедуры могут значительно отличаться от указанных в этих технических условиях (размер электрода, сила тока, напряжение, тип и объем защитного газа, позиция при сварке, расстояние от электрода до изделия, толщина листов, геометрия соединения температура предварительного нагрева и температура между проходами, скорость перемещения сварки, состояние свариваемых поверхностей, состав и растворение основного металла, например), свойства металла сварного шва, также могут оказаться различными. Более того, это отличие может быть как значительным, так и незначительным.

А6.2 Поскольку невозможно установить одну подробную процедуру сварки для всех изделий, входящих в определенный класс этих технических условий, изготовитель должен сделать подробную запись процедуры сварки, использованной при классификации каждого изделия, и предоставлять его пользователю по запросу. Данная информация должна включать в себя все аспекты, перечисленные в п. А6.1, а также фактическое число проходов и слоев, необходимых для изготовления испытательного сварного шва.

А6.3 При выборе электродов для выполнения сварных швов, к которым предъявляются особые требования по ударной вязкости при низких температурах, можно руководствоваться требованиями к прочности, установленными для различных классов электродов в этих технических условиях. При использовании электрода любого определенного класса, может иметь место существенная разница в результатах испытаний на ударную вязкость, выполняемых для того или иного шва, или даже того или иного испытательного образца, если не обратить особое внимание на технологию выполнения сварного шва и подготовки образцов (включая положение и ориентацию образца относительно шва, температуру испытанию и ориентацию установки для испытаний).

А6.4 Прокаливаемость. В зависимости от вида применяемых электродов (с защитой газом или самоэкранирующихся), содержание углерода в наплавленном металле оказывает различное влияние на прокаливаемость. Для электродов с защитой газом обычно используется марганцево-кремниевое раскисление. Влияние содержания углерода на твердость аналогично влиянию многих опубликованных формул углеродного эквивалента углеродистой стали. Для защиты и раскисления при использовании большинства самоэкранирующихся электродов применяются сплавы на основе алюминия. Одной из особенностей алюминия является изменение влияния углерода на прокаливаемость. По этой причине твердость при применении самоэкранирующихся электродов оказывается ниже определяемой по содержанию углерода (при расчете по типовым формулам углеродного эквивалента).

А7. Описание и предполагаемое использование классов электродов с сердечником из флюса

Данные технические условия включают множество различных классов электродов с сердечником из флюса. Последняя часть в каждом классификационном

обозначении (1, 4, 5, 6, 7, 8, 11 или G) указывает на общий класс электродов, которые содержат одинаковые компоненты сердечника или флюса, и, которые имеют похожие характеристики эксплуатационной пригодности, за исключением класса «G», когда характеристики эксплуатационной пригодности могут отличаться у электродов, имеющих похожую классификацию.

А7.1 Классы EXXT1-XC и EXXT1-XM.

Для классификации электродов группы EXXT1-XC в качестве защитного газа используется CO₂ (AWS A5.32 Класс SG-C). Однако для улучшения эксплуатационной пригодности, особенно для сварки в произвольной позиции, могут использоваться другие газовые смеси (например, смесь аргона и CO₂), если это рекомендовано изготовителем. Повышение количества аргона в смеси аргона с CO₂ приводит к повышению содержания марганца и кремния, а также некоторых других легирующих элементов, таких как хром, в металле сварного шва. Увеличение содержания марганца, кремния или других легирующих элементов приводит к увеличению предела текучести и прочности на разрыв и может повлиять на характеристики сопротивления ударным нагрузкам.

Для классификации электродов группы EXXT1-XM в качестве защитного газа применяется смесь, в которой 75 – 80 % составляет аргон, остальное – CO₂ (AWS A5.32 Класс SG-AC-25 или SG-AC-20). Использование этих электродов с применением в качестве защитного газа смеси аргона и CO₂ с пониженным содержанием аргона или применение CO₂ в качестве защитного газа может привести к некоторому ухудшению характеристик дуги и характеристик сварки в произвольной позиции. Кроме того, уменьшение содержания марганца, кремния и некоторых других легирующих элементов в металле сварного шва приводит к снижению предела текучести и прочности на разрыв и может повлиять на характеристики сопротивления ударным нагрузкам.

И EXXT1-XC электроды, и EXXT1-XM электроды предназначены для однопроводных и многопроводных сварных швов с использованием полярности DCEP (электрод с положительным полюсом постоянного тока). Электроды большего диаметра (обычно ⁵/₆₄ дюйма [2,0 мм] и более) обычно используются для сварки в нижней позиции и сварки угловых сварных швов в горизонтальной позиции. Электроды меньшего диаметра (обычно ¹/₁₆ дюйма [1,6 мм] и менее) обычно применяются для сварки во всех позициях. Эти электроды характеризуются струйным переносом, низкими потерями на разбрызгивание, плоской или слегка выпуклой формой наплавленного валика и умеренным количеством шлака, который полностью покрывает наплавленный валик сварного шва. Большинство электродов этого класса образуют шлак на рутиловой основе и обеспечивают высокую скорость наплавления.

А7.2 Класс EXXT4-X. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются с полярностью DCEP (положительный полюс постоянного тока на электроде) и характеризуются крупнокапельным переносом металла. Шлаковая система рассчитана на очень высокую скорость наплавления и обеспечивает низкое содержание серы в металле сварного шва, что делает шов максимально устойчивым к образованию горячих трещин. Эти электроды обеспечивают малое проплавление за основанием шва, что позволяет применять их в сварных соединениях с плохой подгонкой под сварку, для однопроводной и многопроводной сварки.

A7.3 Классы EXXT5-XC и EXXT5-XM.

Электроды класса EXXT5-XC предназначены для применения с защитным газом CO₂ (AWS A5.32 Класс SG-C); однако, как и в случае классов EXXT1-XC, смеси аргона и CO₂ могут быть использованы для снижения разбрызгивания, если это рекомендовано изготовителем. Увеличение количества аргона в смеси аргона с CO₂ повышает содержание марганца и кремния, а также других легирующих элементов, что приводит к увеличению предела текучести и прочности на разрыв и может повлиять на характеристики сопротивления ударным нагрузкам.

Электроды класса EXXT5-XM предназначены для применения с защитным газом, представляющим собой смесь, в которой 75 – 80% составляет аргон, остальное – CO₂ (AWS A5.32 Класс SG-AC-25 или SG-AC-20). Использование этих электродов с газовыми смесями, имеющими пониженное содержание аргона, или с защитным газом, представляющим собой CO₂, приводит к некоторому ухудшению характеристик дуги, повышению разбрызгивания и снижению содержания марганца, кремния и других легирующих элементов в металле сварного шва. Это снижение содержания марганца, кремния или других легирующих элементов приводит к уменьшению предела текучести и прочности на разрыв и может повлиять на характеристики сопротивления ударным нагрузкам.

Электроды классов EX0T5-XC и EX0T5-XM используются в основном для однопроходных и многопроходных сварных швов в нижней позиции и для сварки угловых сварных швов в горизонтальной позиции с применением полярности DCEP (положительный полюс постоянного тока на электроде) или DCEN (отрицательный полюс постоянного тока на электроде), в зависимости от рекомендаций изготовителя. Эти электроды характеризуются крупнокапельным переносом, незначительной выпуклостью наплавленного валика и тонким шлаком, который может не покрывать наплавленный валик полностью. Электроды данного класса имеют известково-фторидный основной шлак. Сварные швы, выполненные этими электродами, обычно обладают улучшенными свойствами сопротивления ударным нагрузкам и большой стойкостью к горячему и холодному растрескиванию, по сравнению с электродами рутилового типа. Электроды EX1T5-XC и EX1T5-XM при применении полярности DCEN (отрицательный полюс постоянного тока на электроде) могут использоваться для сварки во всех позициях. Однако электроды данного класса менее удобны в работе, по сравнению с электродами с основным шлаком рутилового типа.

A7.4 Класс EXXT6-X. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются с полярностью DCEP (положительный полюс постоянного тока на электроде) и характеризуются струйным переносом металла. Шлаковая система обеспечивает хорошие ударные характеристики при низких температурах, хорошее проплавление основания шва и превосходное удаление шлака даже из глубоких канавок. Эти электроды применяются для однопроходной и многопроходной сварки в нижней и горизонтальной позициях.

A7.5 Класс EXXT7-X. Электроды этого класса являются самоэкранирующимися, применяются с полярностью DCEN (отрицательный полюс постоянного тока на электроде) и характеризуются мелкокапельным или струйным переносом металла. Шлаковая система рассчитана на применение электродов больших диаметров для высокой скорости наплавления в горизонтальной и нижней позициях и позволяет применять электроды меньших диаметров для сварки во всех позициях. Электроды этого класса применяются для однопроходной и многопроходной сварки и характеризуются низким содержанием серы в металле

сварного шва, что обеспечивает высокую устойчивость к растрескиванию.

A7.6 Класс EXXT8-X. Электроды этого класса являются самоэкранирующимися, применяются с полярностью DCEN (отрицательный полюс постоянного тока на электроде) и характеризуются мелкокапельным или струйным переносом металла. Эти электроды пригодны для сварки во всех позициях, наплавленный с их помощью металл сварного шва обладает высокой ударной вязкостью при низкой температуре и высокой стойкостью к растрескиванию. Эти электроды применяются для однопроходной и многопроходной сварки.

A7.7 Класс EXXT11-X. Электроды данного класса являются самоэкранирующимися, применяются с полярностью DCEN (отрицательный полюс постоянного тока на электроде) и характеризуются ровным струйным переносом металла. Эти электроды предназначены для однопроходной и многопроходной сварки во всех позициях. Следует проконсультироваться с изготовителем относительно ограничений на толщину свариваемых листов.

A7.8 Классы EXXTX-G, EXXTG-X и EXXTG-G. Эти классы предназначены для электродов многопроходной сварки, не входящих ни в один, определенный в настоящее время, класс. Механические свойства могут быть в какой-то мере отражены в настоящих технических условиях. Требования устанавливаются цифрами, которые завершают классификационное обозначение. Наличие литеры «G» в классификационном обозначении означает, что требования к легирующим элементам, защитному газу/шлаковой системе или и к тому, и к другому не определены и применяются по согласованию между поставщиком и покупателем.

A7.9 Химический состав. Химический состав полученного металла сварного шва часто является ключевым при выборе электрода. Суффиксы, являющиеся частью каждого обозначения класса электродов из сплава, обозначают химический состав металла сварного шва, выполненного электродом. В следующих далее параграфах приведено краткое описание классов, предполагаемого использования и типовых применений.

A7.9.1 Электроды EXXTX-A1X (из молибденоуглеродистой стали). Эти электроды подобны электродам из углеродистой стали EXXT-XX, классифицированным в документе AWS A5.20, Электроды из углеродистой стали для дуговой сварки электродом с сердечником из флюса. Технические условия, за исключением того, что в этом случае добавлено 0,5 % молибдена. Эта добавка увеличивает прочность металла сварного шва, особенно при высоких температурах, и несколько увеличивает коррозионную стойкость; однако она может уменьшить ударную вязкость металла сварного шва. Этот тип электрода обычно используется при изготовлении и монтаже котлов и сосудов давления. Типовые применения этого электрода включают в себя сварку основных металлов, изготовленных из молибденоуглеродистых сталей, таких как плиты ASTM A 161, A 204 и A 302 Gr. A и трубы A 335-P1.

A7.9.2 Электроды EXXTX-BXX, EXXTX-BX1X и EXXTX-BXHX (из хромомолибденовой стали). Эти электроды позволяют получить металл сварного шва, содержащий от 0,5 % до 10 % хрома и от 0,5 % до 1 % молибдена. Они предназначены для получения металла сварного шва для высоких рабочих температур и соответствуют свойствам типичных основных металлов следующим образом:

(a) EXXTX-B1X – труба ASTM A 335-P2;

(b) ASTM A 387 Gr. 2 – плита EXXTX-B2X ASTM A 335-P11;

(c) ASTM A 387 Gr. 11 – плита EXXTX-B2LX тонкостенная A 335-P11 или

(d) A 213-T11 или A 213-T22 – трубка для использования без обработки после сварки или для таких применений, где первичным является опасение относительно снижения твердости;

(e) EXXTX-B3X — труба ASTM A 335-P22;

(f) ASTM A 387 Gr. 22 — плита EXXTX-B3LX тонкостенная труба или трубка A 335-P22 для использования без обработки после сварки или для таких применений, где первичным является опасение относительно снижения твердости;

(g) EXXTX-B6X — трубка ASTM A 213-T5;

(h) ASTM A 335-P5 — труба EXXTX-B8X трубка ASTM A 213-T9;

(i) ASTM A 335-P9 – труба EXXTX-B9X трубка ASTM A 213-T91;

(j) ASTM A 335-P91 – труба.

Для двух из этих классов электродов из хромомолибденовой стали были введены классы EXXTX-BXLX с низким содержанием углерода. В то время как с помощью обычных электродов из хромомолибденовой стали выполняется сварной шов с содержанием углерода от 0,05 % до 0,12 %, так называемые, «марки-L» ограничиваются максимальным содержанием углерода в 0,05 %. В то время, как низкий процент содержания углерода в металле сварного шва повышает пластичность и снижает твердость; он также снижает прочность при высокой температуре и сопротивлении ползучести металла сварного шва.

Для некоторых из этих марок также были введены классы с высоким содержанием углерода (EXXTX-BXHX). В этих случаях электрод позволяет получить металл сварного шва с содержанием углерода от 0,10 % до 0,15 %, которое может требоваться для обеспечения прочности при высокой температуре в некоторых применениях.

Поскольку все электроды из хромомолибденовой стали позволяют получить металл сварного шва, который затвердевает на спокойном воздухе, для большинства применений требуется как предварительный нагрев, так и послесварочная термическая обработка (PWHT).

Ни для одного из классов электродов из хромомолибденовой стали не были установлены требования по минимальной ударной вязкости. Несмотря на то, что можно получить электроды из хромомолибденовой стали с минимальными значениями прочности при температуре окружающей среды до 32 °F (0 °C), конкретные значения и испытания должны быть согласованы между поставщиком и покупателем.

Для классов EXXTX-B9X термическая обработка является критической и должна внимательно контролироваться. Температура, при которой микроструктура полностью трансформируется в мартенсит (M_f) относительно низка, следовательно, по окончании сварки и перед производением послесварочной термообработки рекомендуется охладить шов, по крайней мере до 200 °F [93 °C], чтобы снизить возможность трансформации мартенсита. Максимальная допустимая температура послесварочной термообработки также является критической, и нижний предел температуры трансформации (A_{c1}) также относительно низок. Когда применяется вспомогательное вещество для правильной послесварочной термообработки, учитываются ограничения к использованию Mn + Ni (См. Табл. 7, Примечание d). Сочетание элементов Mn и Ni имеет свойство понижать температуру A_{c1} до точки, где температура послесварочной термообработки приближается к температуре A_{c1} , вызывая возможную частичную трансформацию микроструктуры. Применяя ограничения к использованию Mn + Ni, можно удерживать

температуру послесварочной термообработки на уровне ниже A_{c1} , что позволит избежать частичной трансформации.

A7.9.3 Электроды EXXTX-DXX (из марганцево-молибденовой стали).

Эти электроды позволяют получить металл сварного шва, содержащий, примерно, от 1,5 % до 2 % марганца и от 0,25 % до 0,65 % молибдена. Этот металл сварного шва обеспечивает лучшую ударную вязкость, по сравнению с электродами из углеродистой стали с 0,5 % молибдена, рассмотренные в п. 7.9.1 и более высокую прочность по сравнению с металлом сварного шва из стали с 1 % никеля и 0,5 % молибдена, который рассмотрен в п. A7.9.4.1. Однако металл сварного шва этих электродов из марганцевомолибденовой стали достаточно хорошо затвердевает на воздухе и обычно нуждается в предварительном прогреве и послесварочной термической обработке. Отдельные электроды, отнесенные к данной группе, предназначены для того, чтобы соответствовать механическим свойствам и коррозионной стойкости высокопрочной, низколегированной стали сосудов давления, как например, стали A 302 Gr. B и HSLA и марганцевомолибденовые отливки, такие как ASTM A 49, A 291 и A 735.

A7.9.4 Электроды EXXTX-KXX (из различных типов низколегированной стали). Электроды этой группы позволяют получить металл сварного шва нескольких различных химических составов. Эти электроды в основном предназначены для применений без обработки после сварки. Сравнение уровней прочности, получаемых с помощью каждого из классов, см. в Таблице 1U [Таблице 1M].

A7.9.4.1 Электроды EXXTX-K1X. Электроды этого класса позволяют получить металл сварного шва с номинальным содержанием никеля в 1 % и содержанием молибдена в 0,5 %. Эти электроды могут быть использованы для применений с длительным сроком службы без механических напряжений или для сварки низколегированных высокопрочных сталей, в частности, с содержанием никеля 1 %.

A7.9.4.2 Электроды EXXTX-K2X. Электроды данного класса позволяют получить металл сварного шва, который имеет в своем химическом составе 1,5 % никеля и до 0,35 % молибдена. Эти электроды используются во многих приложениях, где нужна высокая прочность, с диапазоном минимального предела текучести от 80 до 110 кфунт/кв. дюйм [от 550 до 760 МПа]. Типовые применения включают в себя сварку подводных лодок, летательных аппаратов и многих сварных конструкций, где требуется исключительная прочность при низких температурах. Свариваемые стали включают в себя такие, как HY-80, HY-100, ASTM A 710, ASTM A 514 и другие подобные высокопрочные стали.

A7.9.4.3 Электроды EXXTX-K3X. Электроды этого типа позволяют получить наплавленный металл сварного шва с более высокими уровнями содержания марганца, никеля и молибдена, чем EXXTX-K2X. Они обычно обеспечивают большую прочность по сравнению с типами -K1 и -K2. Типовые применения включают в себя сварку сталей HY-100 и ASTM A 514.

A7.9.4.4 Электроды EXXTX-K4X. С помощью электродов этого класса наплавляется металл сварного шва, подобный тому, что получается при использовании электродов типа -K3, с добавлением примерно 0,5 % хрома. Дополнительный легирующий элемент обеспечивает более высокую прочность, требующуюся во многих приложениях, где необходим предел прочности на разрыв, превышающий 120 кфунт/кв. дюйм [830 МПа], таких как листы брони.

A7.9.4.5 Электроды EXXTX-K5X. С помощью электродов этого класса получают металл сварного шва, который отвечает механическим свойствам сталей, таких

как SAE 4130 и 8630, после того, как сваренное изделие охлаждено и закалено. Классификационные требования обуславливают только механические свойства в состоянии непосредственно после сварки; поэтому пользователь рекомендуется провести квалификационные испытания.

A7.9.4.6 Электроды EXXTX-K6X. С помощью электродов этого класса получают металл сварного шва, который имеет менее 1 % никеля, чтобы добиться исключительной прочности при диапазоне значений предела прочности на разрыв от 60 до 70 кфунт/кв. дюйм [430-490 МПа]. Применения включают в себя сварные конструкции, конструкции, сооружаемые в зоне шельфа и круговую сварку труб.

A7.9.4.7 Электроды EXXTX-K7X. С помощью электродов этого класса получают металл сварного шва, который имеет сходство с металлом, получаемым помощью электродов EXXTX-Ni2X и EXXTX-Ni3X. В этом металле сварного шва содержится, примерно, 1,5 % марганца и 2,5 % никеля.

A7.9.4.8 Электроды EXXTX-K8X. Этот класс предназначен для электродов, рассчитанных на выполнение круговых сварных швов трубопроводов. Наплавленный металл сварного шва содержит, примерно, 1,5 % марганца, 1 % никеля и небольшие количества других легирующих элементов. Он особенно подходит для сварки стальных труб API 5LX80.

A7.9.4.9 Электроды EXXT1-K9X. С помощью электродов этого класса получают металл сварного шва, который подобен металлу, получаемому с помощью электродов типа -K2 и -K3, но эти электроды призваны удовлетворить требованиям, подобным тем, что предъявляются к электродам MIL-101TM и 101TC военным стандартом MIL-E-24403/2C. Электроды предназначены для сварки стали HY-80.

A7.9.5 Электроды EXXTX-NiXX (из никелевой стали). Эти электроды были разработаны для получения металла сварного шва усиленной прочности, не требующего затвердевания на воздухе или с повышенной ударной вязкостью при такой низкой температуре как -100 °F [-73 °C]. Для них определено содержание никеля, попадающее в один из трех номинальных уровней – 1 %, 2 % и 3 % содержания никеля в стали.

При уровнях содержания углерода до 0,12 % прочность возрастает и позволяет некоторым из этих электродов из никелевой стали быть классифицированными как E8XTX-NiXX и E9XTX-NiXX. Однако некоторые классы могут давать значения низкотемпературной ударной вязкости, соответствующие свойствам основных металлов из никелевых сталей, таких как ASTM A 203 Gr. A, ASTM A 352 Марки LC1 и LC2. Относительно специфических свойств ударной вязкости при испытаниях с V-образным надрезом по Шарпи следует проконсультироваться с изготовителем. Типовые основные металлы также включают в себя ASTM A 302 и A 734.

Многие виды низколегированной стали нуждаются в послесварочной термической обработке для снятия напряжения или отпуска сварного шва и зоны термического влияния (HAZ) для достижения большей пластичности. Во многих случаях температура выдерживания не должна превышать максимум, указанный в Таблице 6 для данного класса, так как никелевая сталь при высоких температурах может становиться хрупкой. В некоторых случаях допускается превышение температуры выдержки послесварочной термической обработки. Во многих других случаях металл сварного шва из никелевой стали может оставаться без послесварочной термической обработки PWHT.

Электроды типа EXXTX-NiXX часто используются в сварных конструкциях, где требуется исключительная прочность (высокая ударная вязкость по результатам

испытаний с V-образным надрезом Шарпи или методом перемещения при раскрытии вершины трещины (CTOD)).

A7.9.6 Электроды EXXTX-W2X (из стали, стойкой к атмосферной коррозии). Эти электроды используются для получения металла сварного шва, соответствующего коррозионной стойкости и окраске конструкционных сталей ASTM, стойких к атмосферной коррозии. Эти особые свойства достигаются путем добавления примерно 0,5 % меди в металл сварного шва. Для достижения соответствия требованиям к прочности, пластичности и ударной вязкости металла сварного шва, добавлены также хром и никель. Эти электроды используются для сварки типичной стойкой к атмосферной коррозии стали, как, например, ASTM A 242 и A 588

A7.9.7 Электроды EXXTX-G, -GC, -GM (общего класса, из низколегированной стали). Эти электроды описаны в п. A2.4. Эти классы электродов могут быть как модификациями других отдельных классов электродов, так и совершенно новыми классами. Покупатель и пользователь должны получить от поставщика описание и рекомендации по предполагаемому применению электрода.

A8. Специальные испытания

A8.1 Для определения пригодности данных электродов для сварки соединений, к которым предъявляются требования по твердости, коррозионной стойкости, механическим характеристикам при высоких и низких рабочих температурах, износостойкости а также пригодности для сварки комбинаций разнородных металлов может потребоваться проведение дополнительных испытаний. По согласованию между покупателем и поставщиком возможно внесение в заказ на покупку дополнительных требований в соответствии с указаниями документа AWS A5.01.

A8.2 Испытания по определению содержания диффузионного водорода

A8.2.1 При сварке углеродистых сталей с содержанием углерода 0,3 % или менее, а также менее прочных легированных сталей растрескивания металла сварного шва или зоны термического влияния под действием водорода обычно не происходит. Однако электроды данного класса используются для сварки углеродистых сталей с более высоким содержанием углерода или низколегированных высокопрочных сталей, при котором растрескивание под действием водорода может представлять собой серьезную проблему.

A8.2.2 Когда повышается жесткость и прочность металла сварного шва или зоны термического влияния, концентрация диффузионного водорода может привести к растрескиванию в данных условиях и приток тепла понижается. Растрескивание (или его обнаружение) происходит в течение нескольких часов после охлаждения. Растрескивание может проявляться в виде поперечных трещин на сварном шве, продольных трещин (особенно на обратной стороне шва), внешних продольных трещин на границе шва или трещин в корне шва в зонах термического влияния.

A8.2.3 Поскольку допустимая концентрация диффузионного водорода создает сильную тенденцию к растрескиванию, может возникнуть необходимость измерить содержание диффузионного водорода по результатам сварки определенным типом электрода. В связи с этим, данные технические условия содержат рекомендации к применению дополнительных обозначений для указания максимальных значений содержания диффузионного водорода, полученных в результате подробных тестов в соответствии со стандартом AWS A4.3.

A8.2.4 При применении большинства электродов с сердечником из флюса получают наплавленный металл

сварного шва, имеющий уровень диффузионного водорода менее 16 мл на 100 г наплавленного металла. По этой причине электроды с сердечником из флюса, в общем случае, считаются имеющими низкое содержание водорода. Однако некоторые изделия, имеющиеся на рынке, при определенных условиях, дают металл сварного шва с уровнями диффузионного водорода, превышающими 16 мл на 100 г наплавленного металла. Поэтому в определенных случаях может оказаться целесообразным использовать необязательные дополнительные обозначения для диффузионного водорода при указании электрода с сердечником из флюса, который предполагается использовать.

A8.2.5 Атмосферные условия во время сварки должны соответствовать эталонным, поскольку дуга в случае применения электродов с сердечником из флюса (самоэкранирующихся или в среде защитного газа) подвержена влиянию атмосферного загрязнения. Влага из воздуха, помимо содержащейся в электроде, может попасть в зону дуги и, следовательно, в сварочную ванну, увеличивая результирующее количество диффузионного водорода. Данное воздействие можно свести к минимуму путем выдерживания как можно более короткой длины дуги при сохранении ее стабильности. Опыт показывает, что влияние длины дуги незначительно при уровне H16, но может оказаться весьма значительным при уровне H4. Электрод, отвечающий требованиям H4 при испытаниях в эталонных атмосферных условиях, может не отвечать этим требованиям при сварке в условиях высокой влажности, особенно при большой длине дуги.

A8.2.6 При пользовании этой информацией следует помнить, что фактические производственные условия могут привести к тому, что значения содержания диффузионного водорода будут отличны от указанных в обозначении. Сварочный материал является не единственным источником диффузионного водорода в процессе сварки. На практике, следующие условия могут влиять на содержание водорода в готовом сварном шве.

(а) Загрязнение поверхности. Ржавчина, грунтовочное покрытие, составы, уменьшающие разбрызгивание, грязь и смазка могут влиять на содержание диффузионного водорода. Следовательно, применение стандартных тестов по определению содержания диффузионного водорода при классификации сварочных материалов требует предварительной очистки тестируемого образца от загрязнений. Стандарт AWS A4.3 особенно выделяет процедуру очистки тестируемого материала.

(б) Атмосферная влажность. Сварочная дуга подвергается загрязнению атмосфере, если используется самоэкранируемый сварочный материал или защитный газ при сварке. Влага из воздуха, помимо содержащейся в электроде, может попасть в зону дуги и, следовательно, в сварочную ванну, увеличивая результирующее количество диффузионного водорода. Стандарт AWS A4.3 поставил эталонные атмосферные условия, при которых проникновение диффузионного водорода из атмосферы считается незначительным. Данное влияние можно свести к минимуму путем выдерживания как можно более короткой длины дуги при сохранении ее стабильности. Длина дуги электродов с сердечником из флюса контролируется, прежде всего напряжением дуги. Опыт показывает, что влияние длины дуги незначительно при уровне H16, но может оказаться весьма значительным при уровне H4. Электрод, отвечающий требованиям H4 при испытаниях в эталонных атмосферных условиях, может не

отвечать этим требованиям при сварке в условиях высокой влажности, особенно при большой длине дуги.

(с) Защитный газ. Читатель данного документа должен быть предупрежден, что защитный газ сам по себе может значительно влиять на содержание диффузионного водорода. Защитные газы, применяемые при сварке обычно должны иметь очень низкую температуру конденсации и очень низкий уровень содержания примесей. На практике часто этого не достигается. Существуют примеры того, как использование баллона с загрязненным газом вызывает существенное повышение содержания диффузионного водорода в сварочном металле. Проникновение влаги через рукава и конденсация влаги в неиспользуемых газовых линиях могут являться причиной повышенной концентрации диффузионного водорода во время сварки. При необходимости произвести проверку температуры конденсации -40°F [-40°C] или ниже является удовлетворительной для большинства случаев.

(d) Абсорбированная/Адсорбированная влага. Покрытые электроды с сердечником из флюса могут со временем адсорбировать влагу, что может влиять на уровень содержания диффузионного водорода. Такое явление часто для покрытых электродов, подвергающихся атмосферному воздействию. Гидратация оксидной пленки и смазки на твердых поверхностях электрода в условиях хранения, признанных «нормальными», также отмечена как фактор, влияющий на уровень содержания диффузионного водорода. Адсорбирование влаги также особенно отмечается при хранении материала в условиях повышенной влажности в поврежденных или открытых упаковках, или при хранении в течение длительных периодов времени без предохранительной упаковки. В условиях повышенной влажности электроды, оставленные непокрытыми всего лишь на ночь, могут привести к существенному повышению уровня содержания диффузионного водорода. По этим причинам следует избегать применения электродов с неопределенным сроком хранения. Условия хранения и обращения с материалами могут варьироваться в зависимости от вида продукции в пределах данной классификации. Поэтому необходимо учитывать рекомендации производителя по условиям хранения и обращения с материалом. В случае, если электрод подвергся атмосферному воздействию, необходимо проконсультироваться с производителем по поводу возможного нарушения содержания водорода и восстановлению функций электрода.

(е) Влияние переменных процесса сварки. Сочетания переменных процесса сварки (напр., силы тока, напряжения, контактное расстояние от электрода до изделия, тип защитного газа, тип/полярность тока, сварка единичным или полиэлектродом и т. д.) различным образом влияют на результаты тестов по определению содержания диффузионного водорода. Например, увеличение контактного расстояния от электрода до изделия приводит к большему предварительному нагреву электрода, что, в свою очередь, приводит к частичному удалению водородосодержащих составов (например, жидкости, смазки и т.д.) перед тем как они вступят в контакт с дугой. Следовательно, результатом увеличения контактного расстояния от электрода до изделия является уменьшение содержания диффузионного водорода. Однако, увеличение контактного расстояния от электрода до изделия при использовании защитного газа может повлечь частичную потерю газа, если контактный наконечник недостаточно глубоко входит в газовую воронку. Если нарушена защита, к дуге поступает больше воздуха, что увеличивает содержание диффузионного водорода. Это также может увеличить пористость из-за попадания азота.

Поскольку переменных процесса сварки существенно влияют на результаты тестов по определению содержания диффузионного водорода, необходимо учитывать, что электрод, отвечающий требованиям H4 условий испытаний для данного класса, не будет отвечать этим требованиям при других условиях сварки. Необходимо учитывать варьирование этих условий при отборе материалов и установлении диапазона рабочих режимов сварки.

A8.2.7 Как показано в п. A8.2.6 (е), применение электродов с сердечником из флюса в сварке влияет на результаты тестов по определению содержания диффузионного водорода. В связи с этим, Подкомитет по углеродистой и низколегированной стали для дуговой сварки электродами с сердечником из флюса AWS A5M включил в свои Технические условия требования к процедуре проведения тестов по определению содержания диффузионного водорода для выявления соответствия дополнительным обозначениям по содержанию водорода, показанных в Таблице 9, см. Секцию 15.

A8.2.8 Все классы электродов с сердечником из флюса не могут быть рассчитаны на уровни содержания диффузионного водорода H16, H8 или H4. По вопросам соответствия конкретных электродов определенным уровням следует обращаться к изготовителю.

A8.3 Старение образцов для испытаний на разрыв. Наплавленный металл сварного шва может в течение некоторого времени после выполнения шва содержать значительное количество водорода. Большая часть этого водорода постепенно улетучивается со временем. Этот процесс может продолжаться от нескольких недель при комнатной температуре до нескольких часов при повышенной температуре. В результате такого возможного изменения уровня водорода пластичность металла сварного шва увеличивается до характерного для этого металла значения, в то время как предел текучести, прочность на разрыв и ударная вязкость практически не изменяются. Технические A5.29 и A5.29M условия допускают старение образцов для испытаний на разрыв при повышенной температуре не более 220 °F (105 °C) в течение не более 48 часов перед проведением собственно испытаний на разрыв. Целью такой обработки является ускорение удаления водорода из испытательного образца для сведения к минимуму несоответствий в ходе испытаний.

Операция старения иногда используется для наплавов, выполненных электродами с низким содержанием водорода, особенно при испытаниях высокопрочных наплавов. Необходимо иметь в виду, что при проведении операции старения может потребоваться выдержка испытательных образцов при комнатной температуре в течение нескольких дней или выдержка при более высоких температурах в течение более короткого времени. В связи с этим пользователям настоятельно рекомендуется использовать адекватную температуру предварительного нагрева и температуру между проходами, чтобы избежать вредного влияния водорода в промышленных сварных швах. Потребитель, по взаимному согласию с поставщиком, производит операции термического старения с образцами, в отношении которых запрещены все виды механического тестирования, в соответствии с перечнем I или J стандарта AWS A5.01.

A9. Измененные или устаревшие классы

Класс E80T1-W из A5.29-80 изменен на E8XT1-W2C, -W2M в целях согласования с другими документами.

A10. Общие вопросы безопасности

A10.1 Вопросы безопасности и здоровья находятся за пределами данного стандарта и, следовательно, не обсуждаются здесь полностью. Некоторую информацию по безопасности и здоровью можно найти в Секции A5. Информация по безопасности и здоровью доступна из других источников, включая, помимо прочего, Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные в п. A10.3, ANSI Z49.1 и соответствующие местные и государственные нормативные акты, но не ограничивается этими источниками.

A10.2 Таблицы данных по безопасности и здоровью.

Таблицы данных по безопасности и здоровью, приведенные ниже, изданы Американским Обществом по Сваре (AWS). Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Таблицы данных по безопасности и здоровью периодически изменяются и к ним добавляются новые данные.

A10.3 Указатель по таблице данных по безопасности и здоровью (SHF)

№	Заголовок
1	Дымы и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Сварочные пары хрома и никеля
5	Угроза электрического шока
6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Защита от механических повреждений
9	Предотвращение падений
10	При падении объектов
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономичность сварочного оборудования
14	Графические символы на предупредительных знаках
15	Руководство по оформлению документов по здоровью и безопасности
16	Регуляторы скорости и сварка
17	Электрические и магнитные поля (EMF)
18	Отключение питания и вывешивание предупреждающих ярлыков
19	Лазерная сварка и безопасность при резке
20	Безопасное термическое напыление
21	Точечная контактная сварка
22	Выход кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Калифорнийское предложение 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла и газами
27	Электроды из тарированного вольфрама
29	Заземление переносных, сварочных генераторов, установленных на транспортном средстве.

ПЛАВКИЕ ВСТАВКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.30



(Идентичны техническим условиям AWS A5.30-97. При возникновении споров арбитражным будет являться текст оригинала AWS)

1. Область применения

Настоящие технические условия регламентируют требования к классификации плавких вставок, изготовленных из нелегированных углеродистых и хромомолибденовых сталей, никелевых и медноникелевых сплавов и используемых при дуговой сварке вольфрамовым электродом в среде защитного газа. Данные плавкие вставки также могут применяться при использовании других сварочных процессов, для которых они признаны пригодными.¹ В настоящий раздел также включены требования к упаковке и испытаниям.

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Классификация

2.1 Плавкие вставки, рассматриваемые в рамках настоящих технических условий, классифицируются по химическому составу материала вставки согласно Таблицам 1, 2, 3 и 4.

2.2 Любая плавкая вставка, отнесенная к одному классу, не должна быть классифицирована как подпадающая под какой-либо другой класс в рамках данных технических условий.

3. Приемка

Приемка плавких вставок производится в соответствии с положениями стандарта ANSI/AWS A5.01, «*Металлы присадочные. Руководство по поставке*»².

4. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке, или классифицируя изделие, изготовитель удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.³

5. Единицы измерения и процедуры округления

5.1 В данных технических условиях используются единицы измерения, принятые в США в качестве стандартных. Единицы системы СИ приведены в виде значений, соответствующих значениям в системе единиц, принятой в США. Стандартные размеры в двух системах единиц не идентичны, поэтому стандартный размер в единицах одной системы после преобразования не всегда совпадает со стандартным размером в другой системе. Однако приемлемое преобразование стандартных размеров из одной системы в другую можно осуществлять, если применять соответствующие допуски в каждом конкретном случае.

5.2 С целью определения соответствия настоящим техническим условиям измеренная или расчетная величина должна быть округлена с точностью до последнего расположенного справа разряда чисел, используемых для обозначения предельного значения, в соответствии с методикой округления ASTM E 29, Результаты испытаний. *Методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*⁴.

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

6. Обзор испытаний

В рамках настоящих технических условий единственным испытанием, необходимым для классификации изделия, является химический анализ материала плавкой вставки или заготовки для нее.

7. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не удовлетворяют установленным требованиям, такое испытание повторяют дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторного испытания могут быть взяты из исходной испытательной пробы или из новой испытательной пробы. В случае химического анализа повторный анализ следует выполнять только для элементов, содержание которых оказалось не отвечающим требованиям. Если результаты обоих повторных анализов не отвечают требованиям,

¹Определение термина «плавкая вставка» см. в ANSI/AWS A3.0, *Стандартные термины и определения, относящиеся к сварке*.

² См. Секцию A3 (Приложения), «Приемка», относительно дополнительной информации о приемке и испытаниях поставляемых материалов, а также ANSI/AWS A5.01, «*Руководство по поставке присадочных металлов*».

³Дополнительную информацию в отношении сертификации и испытаний, необходимых для соответствия этому требованию, см. в Секции A4, «Сертификация» (в Приложении).

⁴ Стандарты ASTM можно получить по адресу: ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ТАБЛИЦА 1
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ
ХРОМОМОБИДЕНОВЫЕ СТАЛИ

Группа	Классификация AWS	Номер по UNS ^c	Масс. проценты ^{a,b}							
			C	Mn	P	S	Si	Al	Zr	Ti
A	INMs1	K10726	0,07	0,90 - 1,40	0,025	0,035	0,40 - 0,70	0,05 ^d - 0,15	0,02 ^d - 0,12	0,05 ^d - 0,15
	INMs2	K01313	0,06 - 0,15	0,90 - 1,40	0,025	0,035	0,45 - 0,70	...	...	...
	INMs3	K11140	0,07 - 0,15	1,40 - 1,85	0,025	0,035	0,80 - 1,15	...	...	...

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Следует выполнить анализ химического состава плавкой вставки на содержание элементов, перечисленных в таблице.
b. Приведенные единичные значения являются максимальными.
c. Унифицированная система числовых обозначений SAE/ASTM для металлов и сплавов.
d. Al + Zr + Ti = минимум 0,15.

ТАБЛИЦА 2
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ – ХРОМОНИКЕЛЕВЫЕ
НЕРЖАВЕЮЩИЕ СТАЛИ

Группа	Классификация AWS	Номер по UNS ^c	Масс. проценты ^{a,b}											Другие элементы, всего
			C	Mn	P	S	Si	Al	Cr	Mo	Ni	Cu	Fe	
B	IN502	S50280	0,10	0,40 - 0,75	0,025	0,025	0,25 - 0,50	0,15	4,5 - 6,0	0,45 - 0,65	0,6	0,25	Разность	
	IN515	K20900	0,07 - 0,12	0,40 - 0,70	0,025	0,025	0,40 - 0,70	0,15	1,20 - 1,50	0,40 - 0,65	0,20	0,35	Разность	0,50
	IN521	K30960	0,07 - 0,12	0,40 - 0,70	0,025	0,025	0,40 - 0,70	0,15	2,30 - 2,70	0,90 - 1,20	0,20	0,35	Разность	0,50

ПРИМЕЧАНИЕ:

- a. Следует выполнить анализ химического состава плавкой вставки на содержание элементов, перечисленных в таблице. Если в ходе анализа обнаружится присутствие других элементов, следует определить их суммарное содержание с тем, чтобы убедиться, что оно не превышает значения, указанного в последней графе таблицы, "Другие элементы, всего".
b. Приведенные единичные значения являются максимальными.
c. Унифицированная система числовых обозначений SAE/ASTM для металлов и сплавов.

испытываемый материал считается не соответствующим требованиям настоящих технических условий в рамках данной классификации. В случае если в процессе подготовки или проведения испытаний были нарушены правила его проведения или подготовки образцов, то результаты испытания считаются недействительными независимо от того, было ли оно завершено и насколько его результаты соответствуют или не соответствуют требованиям Технических условий. Такое испытание должно быть проведено повторно с соблюдением всех требований. В этом случае требование о необходимости удвоения количества испытываемых образцов снимается.

8. Химический анализ

8.1 Для химического анализа следует подготовить образец материала плавкой вставки или заготовки, из которой она изготовлена, причем количество вещества должно быть достаточным с учетом возможной необходимости проведения повторного анализа.

8.2 Химический анализ состава может быть выполнен любым подходящим способом, согласованным поставщиком и покупателем.

В спорных случаях в качестве арбитражного метода анализа выбирается один из методов, приведенных в следующих документах: ASTM A 751, *Методы анализа, методики и терминология для проведения химического анализа изделий из стали*; для никелевых сплавов, ASTM E 76, *Методы химического анализа никелево-медных сплавов*, и ASTM E 39, *Методы химического анализа никеля*; для нержавеющей сталей, ASTM E 353, *Методы химического анализа нержавеющей, термостойких, мартенситностареющих и других аналогичных хромоникелево-железных сплавов*, а также ASTM E 354, *Методы химического анализа высокотемпературных электрических, магнитных и других аналогичных железных, никелевых и кобальтовых сплавов*, для элементов, не указанных в ASTM E 353; для медных сплавов, ASTM E 62, *Методы химического анализа меди и медных сплавов*, а также ASTM E 75, *Методы химического анализа медноникелевых и медноникелевоцинковых сплавов*.

ТАБЛИЦА 3
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ – ХРОМОНИКЕЛЕВЫЕ НЕРЖАВЕЮЩИЕ
СТАЛИ

Группа	Классификация AWS	Номер по UNS ^c	Масс. проценты ^{a,b}									
			C	Cr	Ni	Mo	Nb(Cb) + Ta	Mn	Si	P	S	Cu
C	IN308 ^d	S30880	0,08	19,5 - 22,0	9,0 - 11,0	0,75		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN308L ^d	S30883	0,03	19,5 - 22,0	9,0 - 11,0	0,75		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN309 ^d	S30980	0,12	23,0 - 25,0	12,0 - 14,0	0,75		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN309L ^d	S30983	0,03	23,0 - 25,0	12,0 - 14,0	0,75		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN310	S31080	0,08 - 0,15	25,0 - 28,0	20,0 - 22,5	0,75		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN312 ^d	S31380	0,15	28,0 - 32,0	8,0 - 10,5	0,75		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN316 ^d	S31680	0,08	18,0 - 20,0	11,0 - 14,0	2,0 - 3,0		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN316L ^d	S31683	0,03	18,0 - 20,0	11,0 - 14,0	2,0 - 3,0		1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75
	IN348 ^d	S34780	0,08	19,0 - 21,5	9,0 - 11,0	0,75	10 × C мин ^e - 1,0 (макс)	1,0 - 2,5	0,30 - 0,65	0,03	0,03	0,75

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Следует выполнить анализ химического состава плавкой вставки на содержание элементов, перечисленных в таблице.
b. Приведенные единичные значения являются максимальными.
c. Унифицированная система числовых обозначений SAE/ASTM для металлов и сплавов.
d. Содержание дельта феррита оговаривается в соглашении между поставщиком и покупателем.
e. Содержание тантала не должно превышать 0,10 %. (Символ Nb обозначает тот же химический элемент, что и Cb.)

8.3 Результаты химического анализа должны удовлетворять требованиям Таблиц 1, 2, 3 или 4, для класса материалов плавких вставок, которые подвергаются испытаниям.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

9. Способ изготовления

Плавкие вставки, классифицированные согласно настоящим ТУ, могут изготавливаться любым методом, обеспечивающим соответствие плавких вставок требованиям Технических условий.

10. Стандартные профили, модели и размеры

Стандартные профили, модели и размеры должны быть такими, как перечислено ниже и показано на Рис. 1 и в Таблицах 5, 6, 7 и 8.

10.1 Класс 1, поперечное сечение в виде перевернутой буквы T

10.1.1 Модель А, плавкая вставка, свернутая в бухту

10.1.2 Модель В, предварительно штампованные кольца, соединение внахлест с открытыми срезами

10.1.3 Модель С, предварительно штампованные кольца, соединение встык с открытыми срезами

10.2 Класс 2, J-образное поперечное сечение

10.2.1 Модель А, плавкая вставка, свернутая в бухту

10.2.2 Модель В, предварительно штампованные кольца, соединение внахлест с открытыми срезами

10.2.3 Модель С, предварительно штампованные кольца, соединение встык с открытыми срезами.

10.3 Класс 3, поперечное сечение прямоугольной формы

10.3.1 Модель D, сплошные кольца, ширина обода $\frac{3}{16}$ дюйма (4,8 мм)

10.3.2 Модель E, сплошные кольца, ширина обода $\frac{1}{8}$ дюйма (3,2 мм)

10.4 Класс 4, Y-образное поперечное сечение

10.4.1 Модель А, плавкая вставка, свернутая в бухту

10.4.2 Модель В, предварительно штампованные кольца, соединение внахлест с открытыми срезами

10.4.3 Модель С, предварительно штампованные кольца, соединение встык с открытыми срезами

10.5 Класс 5, поперечное сечение прямоугольной формы (фасонные края)

10.5.1 Модель А, плавкая вставка, свернутая в бухту

10.5.2 Модель В, предварительно штампованные кольца, соединение внахлест с открытыми срезами

10.5.3 Модель С, предварительно штампованные кольца, соединение встык с открытыми срезами.

10.6 Вставки других размеров и формы могут поставляться по соглашению между поставщиком и покупателем. Химический состав вставок других размеров и формы должен удовлетворять соответствующим классификационным требованиям настоящих технических условий.

11. Чистовая обработка и однородность

Все плавкие вставки должны иметь гладкую поверхность, свободную от расщепов, выбоин, царапин, окалины, складок, наплывов и других дефектов, могущих повлиять на характеристики сварки или свойства металла сварного шва.

ТАБЛИЦА 4
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ – МЕДНО-НИКЕЛЕВЫЕ И
НИКЕЛЕВЫЕ СПЛАВЫ

Группа	Классификация AWS	Номер по UNS ^c	Весовые проценты ^{a,b}													
			C	Mn	Fe	S	P	Si	Cu	Ni + Co	Al	Ti	Cr	Mo	Nb+Ta	Другие элементы, всего
E	IN52	N06052	0,04	1,0	7,0 - 11,0	0,015	0,02	0,50	0,30	Разность	1,10	1,0	28,0 - 31,5	0,50	0,10	0,50
	IN60	N04060	0,15	4,00	2,50	0,015	0,020	1,25	Разность	62,0 - 69,0	1,25	1,5 - 3,0	...	...	...	0,50
	IN61	N02061	0,15	1,00	1,00	0,015	0,030	0,75	0,25	93,0 мин	1,50	2,0 - 3,5	...	...	...	0,50
	IN62	N06062	0,08	1,00	6,0 - 10,0	0,015	0,030	0,35	0,50	70,0 мин ^d	...	...	14,0 - 17,0	...	1,5 - 3,0 ^e	0,50
	IN67	C71581	...	1,00	0,40 - 0,75	0,01	0,020	0,15	Разность	29,0 - 32,0	...	0,2 - 0,5	...	...	...	0,50 ^f
	IN6A	N07092	0,08	2,00 - 2,75	8,00	0,015	0,030	0,35	0,50	67,0 мин ^d	...	2,5 - 3,5	14,0 - 17,0	...	...	0,50
	IN82	N06082	0,10	2,50 - 3,50	3,00	0,015	0,030	0,50	0,50	67,0 мин ^d	...	0,75	18,0 - 22,0	...	2,0 - 3,0 ^e	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Следует выполнить анализ химического состава плавкой вставки на содержание элементов, перечисленных в таблице. Если в ходе анализа обнаружится присутствие других элементов, следует определить их суммарное содержание с тем, чтобы убедиться, что оно не превышает значения, указанного в последней графе таблицы, «Другие элементы, всего».
- b. Приведенные единичные значения являются максимальными.
- c. Унифицированная система числовых обозначений SAE/ASTM для металлов и сплавов.
- d. Кобальт – не более 0,12, если указано.
- e. Тантал – не более 0,30, если указано.
- f. Свинец – не более 0,02.

12. Стандартная упаковка

Упаковка должна производиться согласно обычной практике изготовителя. Сплошные кольца или бухты можно отгружать на оправках, в рулонах или в ящиках.

13. Маркировка плавких вставок

Все плавкие вставки должны быть снабжены бирками, клеймом, либо маркированы иным способом с указанием номера согласно классификации AWS, а также номера партии, идентификационного номера или номера плавки. Приставка "IN" может быть опущена.

14. Упаковка

14.1 Плавкие вставки должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

14.2 Вес упаковки должен быть согласован поставщиком и покупателем и не должен превышать 60 фунтов (27 кг).

15. Маркировка упаковки

15.1 Следует разборчиво указать следующие данные об изделии так, чтобы они были видны снаружи каждой упаковки:

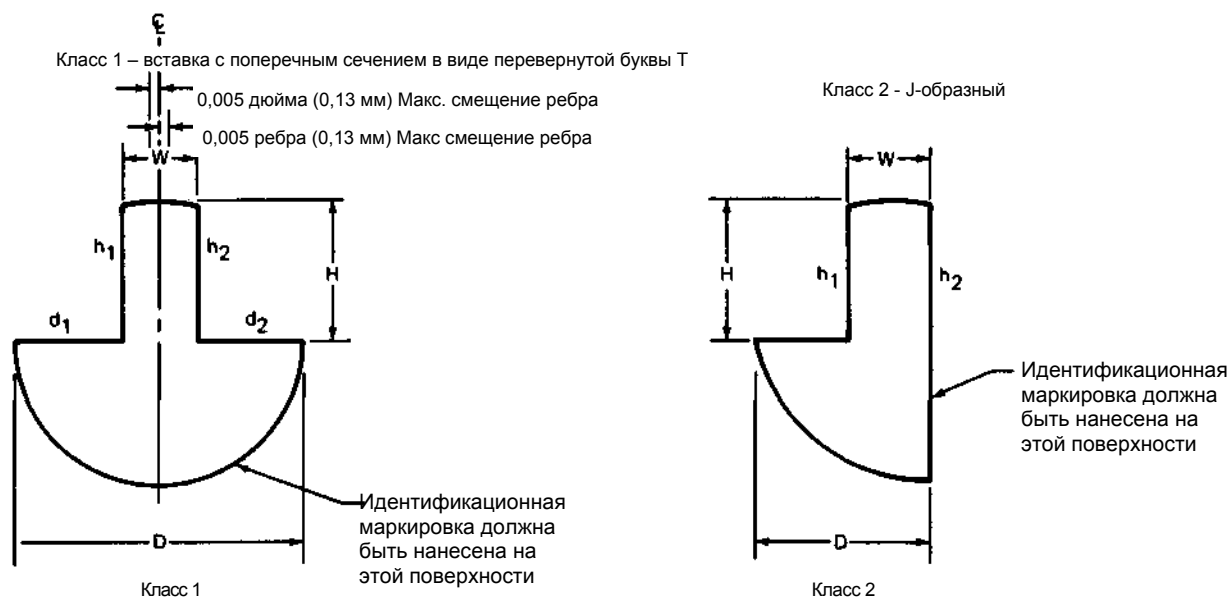
- (a) номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);
- (b) название и торговый знак фирмы-изготовителя;
- (c) стандартный размер и вес нетто или количество изделий;
- (d) номер партии, контрольный номер или номер плавки.⁵

15.2 Маркировка общей внешней упаковки единиц упаковки сведениями, перечисленными в п. 15.1, оставляется на усмотрение изготовителя.

15.3 Все упаковки сварочных материалов, в том числе индивидуальные единицы упаковки, включенные в большую упаковку, должны нести (как минимум) следующую разборчиво нанесенную информацию о мерах предосторожности:

⁵ В рамках настоящих технических условий партией считаются плавкие вставки, имеющие одинаковый профиль поперечного сечения и изготовленные из одной и той же плавки металла. Плавка определяется как материал, полученный из одной партии выплавленного металла.

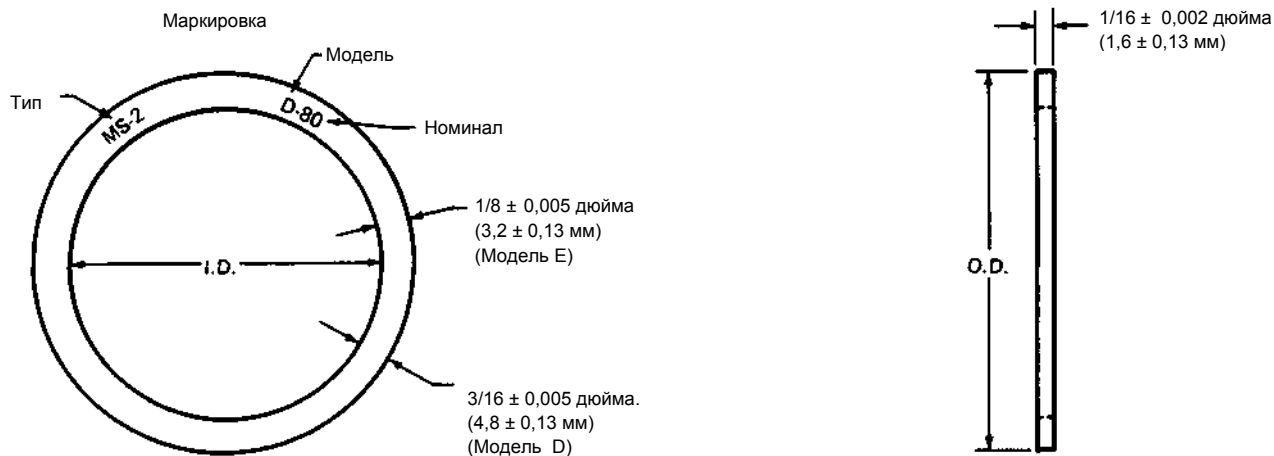
РИС. 1 СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ФОРМЫ ПЛАВКИ ВСТАВОК



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

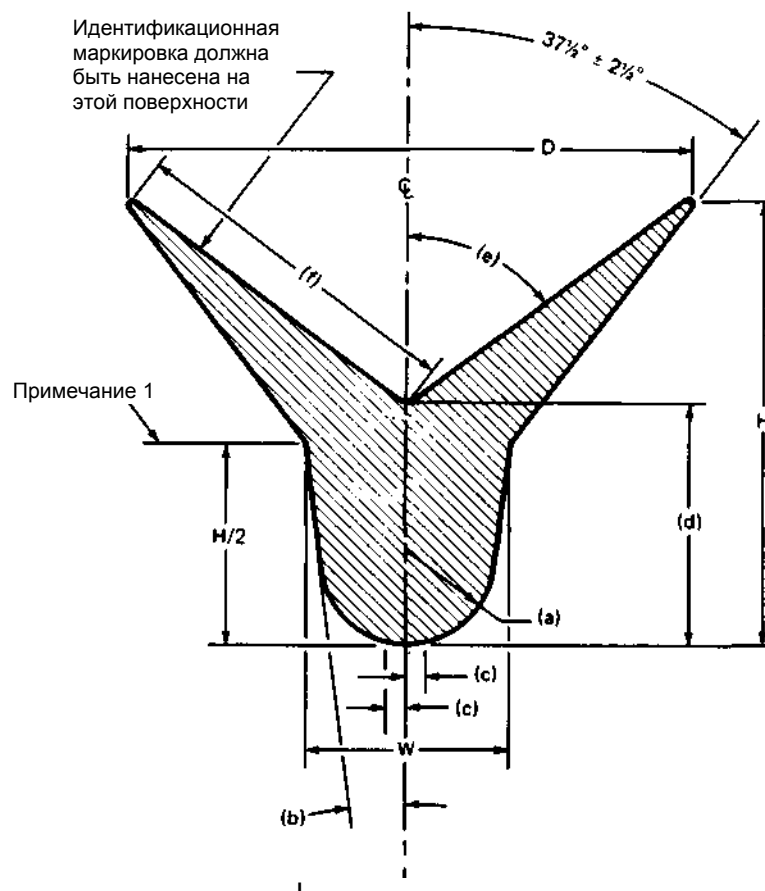
- (a) Грани (d_1 , d_2) по обеим сторонам ребра должны находиться в одной плоскости с допуском 0,005 дюйма (0,13 мм).
- (b) Поверхности ребра (h_1 , h_2) должны быть параллельны с допуском 0,002 дюйма (0,05 мм) и образовывать прямой угол с гранями (d_1 , d_2) с допуском 0,005 дюйма (0,13 мм)
- (c) Размеры и допуски см. в Таблице 8.

Вставки класса 1 и класса 2 – конфигурация поперечного сечения



Класс 3 – Вставки в виде сплошных колец – Горизонтальная проекция и конфигурации поперечного сечения

РИС. 1 СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ФОРМЫ ПЛАВКИ ВСТАВОК (ПРОДОЛЖЕНИЕ)



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

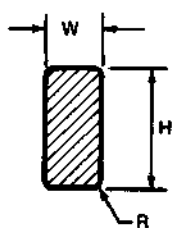
(a) Размеры и допуски см. в Таблице 8.

(b) Если указано, кольца диаметром от 1 ½ до 2 дюймов (38,1 – 50,8 мм) изготавливаются из материала толщиной 5/32 дюйма (4,0 мм).

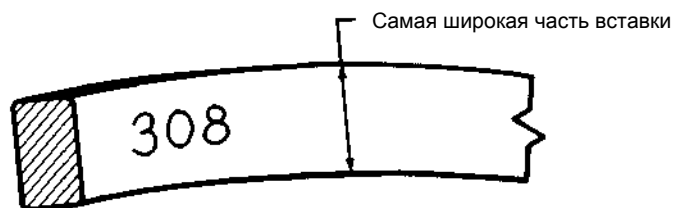
ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) Эталонный диаметр для корреляции с внутренним диаметром трубы.

Вставки класса 4 – конфигурация поперечного сечения



1/8 дюйма × 5/32 дюйма
(3,2 мм × 4,0 мм) со скруглением
небольшого радиуса на краях



Вставки класса 5 – конфигурация поперечного сечения

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Защитите себя и окружающих. Прочитайте и усвойте данную памятку.

ДЫМ и **ГАЗЫ** могут быть опасны для вашего здоровья.

ИЗЛУЧЕНИЕ ДУГИ может привести к повреждению глаз и вызвать ожог кожи.

ПОРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ может привести к смертельному исходу.

- Перед использованием прочтите и уясните инструкции изготовителя, Листы данных о безопасности материала и правила техники безопасности, установленные на вашем предприятии.
- Держите голову вдали от дыма.
- Пользуйтесь вентиляцией, вытяжкой в зоне дуги, или и тем, и другим для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.
- Пользуйтесь средствами защиты глаз, ушей и тела.
- Не касайтесь электрических частей, находящихся под напряжением.
- См. Американский Национальный Стандарт ANSI/ASC Z49.1, *Сварка, резка и сопутствующие процессы. Техника безопасности*, опубликованный AWS, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL33126; и *Стандарты по безопасности и охране труда управления США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA)*, 29 CFR 1910, которые можно получить в Правительственной типографии США, Washington, DC 20402.

СОХРАНИТЕ ЭТУ ПАМЯТКУ

ТАБЛИЦА 5
МИНИМАЛЬНЫЙ НАХЛЕСТ ДЛЯ ВСТАВОК КЛАССОВ 1,
2 И 5, МОДЕЛЬ В

Номинальные размеры труб		Круговой наплыв	
дюйм	мм	дюйм	мм
1	25,0	1/4	6,4
1-1/4	32,0	1/4	6,4
1-1/2	38,0	1/4	6,4
2	51,0	1/4	6,4
2-1/2	64,0	1/4	6,4
3	76,0	3/8	9,5
3-1/2	89,0	3/8	9,5
4	102,0	3/8	9,5
5	127,0	1/2	12,7
6	152,0	1/2	12,7
8	203,0	5/8	15,9
10	254,0	3/4	19,1
12	305,0	3/4	19,1
14	356,0	3/4	19,1

ТАБЛИЦА 6
ВСТАВКИ КЛАССА 3, МОДЕЛИ D-РАЗМЕРЫ

Размеры труб					Диаметр кольца ^а			
Номинальный диаметр		Номинал ^б	Внутренний диаметр ^а		Наружный диаметр кольца для номинального размера трубы		Внутренний диаметр кольца для номинального размера трубы	
дюймы	мм		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
2	51	10S	2,157	54,78	2,43	61,7	2,06	52,3
		40	2,067	52,50	2,34	59,4	1,97	50,0
		80	1,939	49,25	2,22	56,4	1,85	47,0
2-1/2	64	10S	2,635	66,93	2,91	73,9	2,54	64,5
		40	2,469	62,71	2,75	69,9	2,38	60,4
		80	2,323	59,00	2,60	66,0	2,23	56,6
3	76	10S	3,260	82,80	3,54	88,9	3,17	80,5
		40	3,068	77,93	3,35	85,1	2,98	75,7
		80	2,900	73,66	3,18	80,8	2,81	71,4
3-1/2	89	10S	3,760	95,50	4,04	102,6	3,67	93,2
		40	3,548	90,12	3,82	97,0	3,45	87,6
		80	3,364	85,45	3,64	92,5	3,27	83,1
4	102	10S	4,260	108,20	4,54	115,3	4,17	105,9
		40	4,026	102,26	4,30	109,2	3,93	99,8
		80	3,826	97,18	4,10	104,1	3,73	94,7
5	127	5S	5,345	135,76	5,62	142,7	5,25	133,4
		10S	5,295	134,49	5,57	141,5	5,20	132,1
		40	5,047	128,19	5,32	135,1	4,95	125,7
		80	4,813	122,25	5,09	129,3	4,72	119,9
6	152	5S	6,407	162,74	6,68	169,7	6,31	160,3
		10S	6,357	161,47	6,63	168,4	6,26	159,0
		40	6,065	154,05	6,34	161,0	5,97	151,6
		80	5,761	146,33	6,04	153,4	5,67	144,0
8	203	5S	8,407	213,54	8,68	220,4	8,31	211,1
		10S	8,329	211,56	8,61	218,7	8,24	209,3
		40	7,981	202,72	8,26	209,8	7,89	200,4
		80	7,625	193,68	7,90	200,7	7,53	191,3
10	254	5S	10,482	266,24	10,76	273,3	10,39	263,9
		10S	10,420	264,67	10,70	271,8	10,33	262,4
		40	10,020	254,51	10,30	261,6	9,93	252,2
		80S	9,750	247,65	10,03	254,8	9,66	245,4
		80	9,564	242,93	9,84	249,9	9,47	240,5
12	305	5S	12,420	315,47	12,70	322,6	12,33	313,2
		10S	12,390	314,71	12,67	321,8	12,30	312,4
		40S	12,000	304,80	12,28	311,9	11,91	302,5
		40	11,938	303,22	12,22	310,4	11,85	301,0
		80S	11,750	298,45	12,03	305,6	11,66	296,2
		80	11,376	288,95	11,65	295,9	11,28	286,5
14	356	10	13,500	342,90	13,78	350,0	13,41	340,6
		40	13,126	333,40	13,40	340,4	13,03	331,0
		80	12,500	317,50	12,78	324,6	12,41	315,2
16	406	10	15,500	393,70	15,78	400,8	15,41	391,4
		40	15,000	381,00	15,28	388,1	14,91	378,7
		80	14,314	363,58	14,59	370,6	14,22	361,2

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Кольцевые плавкие вставки класса 3, модели D, обычно рассчитаны на использование с трубами номинального внутреннего диаметра согласно Таблице 6. Размеры кольцевых плавких вставок класса 3, модели D, предназначенных для использования с трубами нестандартного внутреннего диаметра с механической обработкой торцов, определяются следующим образом:
Внутренний диаметр кольца = внутр. диаметру трубы – 0,094 дюйма (2,38 мм)
Наружный диаметр кольца = внутр. диаметру кольца + 0,375 дюйма (9,53 мм)
- б. Номинал с обозначением «S» относится к типам группы С.

ТАБЛИЦА 7
ВСТАВКИ КЛАССА 3, МОДЕЛИ Е - РАЗМЕРЫ

Размеры труб					Диаметр кольца ^а			
Номинальный диаметр		Номинал ^б	Внутренний диаметр ^а		Наружный диаметр кольца для номинального диаметра трубы		Внутренний диаметр кольца для номинального диаметра трубы	
дюймы	мм		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
$\frac{1}{4}$	6.4	10S	0.410	10.41	0.57	14.5	0.32	8.1
		40	0.364	9.25	0.52	13.2	0.27	6.8
		80	0.302	7.67	0.46	11.7	0.21	5.3
$\frac{3}{8}$	9.5	10S	0.545	13.84	0.70	17.8	0.45	11.4
		40	0.493	12.52	0.65	16.5	0.40	10.1
		80	0.423	10.74	0.58	14.7	0.33	8.4
$\frac{1}{2}$	12.7	5S	0.710	18.03	0.87	22.1	0.62	15.7
		10S	0.674	17.12	0.83	21.1	0.58	14.7
		40	0.622	15.80	0.78	19.8	0.53	13.5
$\frac{3}{4}$	19.1	80	0.546	13.87	0.70	17.8	0.45	11.4
		5S	0.920	23.37	1.08	27.4	0.83	21.1
		10S	0.884	22.45	1.04	26.4	0.79	20.1
1	25.0	40	0.824	20.93	0.98	24.9	0.73	18.5
		80	0.742	18.85	0.90	22.9	0.65	16.5
		5S	1.185	30.10	1.34	34.0	1.09	27.7
$1\frac{1}{4}$	32.0	10S	1.097	27.86	1.25	31.8	1.00	25.4
		40	1.049	26.64	1.21	30.7	0.96	24.4
		80	0.957	24.31	1.11	28.2	0.86	21.8
$1\frac{1}{2}$	38.0	5S	1.530	38.86	1.69	42.9	1.44	36.6
		10S	1.442	36.63	1.60	40.6	1.35	34.3
		40	1.380	35.05	1.54	39.1	1.29	32.8
$2\frac{1}{2}$	51	80	1.278	32.46	1.43	36.3	1.18	30.0
		5S	1.770	44.96	1.93	49.0	1.68	42.7
		10S	1.682	42.72	1.84	46.7	1.59	40.4
2	51	40	1.610	40.89	1.77	45.0	1.52	38.6
		80	1.500	38.10	1.65	41.9	1.41	35.8
		5S	2.245	57.02	2.40	61.0	2.15	54.6
$2\frac{1}{2}$	64	10S	2.157	54.79	2.31	58.7	2.06	52.3
		40	2.067	52.50	2.22	56.4	1.97	50.0
		80	1.939	49.25	2.10	53.3	1.85	47.0
$3\frac{1}{2}$	89	5S	2.709	68.81	2.87	72.9	2.62	66.5
3	76	5S	3.334	84.68	3.49	88.6	3.24	82.3
$4\frac{1}{2}$	114.3	5S	3.834	97.38	3.99	101.3	3.74	95.0
4	102	5S	4.334	110.08	4.49	114.0	4.24	107.7

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Кольцевые плавкие вставки класса 3, модели Е, обычно рассчитаны на использование с трубами номинального внутреннего диаметра согласно Таблице 7. Размеры кольцевых плавких вставок класса 3, модели Е, предназначенных для использования с трубами нестандартного внутреннего диаметра с механической обработкой торцов, определяются следующим образом:
Внутренний диаметр кольца = внутр. диаметру трубы – 0,094 дюйма (2,38 мм)
Наружный диаметр кольца = внутр. диаметру кольца + 0,250 дюйма (6,35 мм)
- б. Номинал с обозначением «S» относится к типам группы С.

ТАБЛИЦА 8
ВСТАВКИ КЛАССОВ 1, 2, 4 И 5 - РАЗМЕРЫ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ И ДОПУСКИ

Размер вставки	Условное обозначение (Рис. 1)	Класс 1, ^a				Класс 2, ^a				Класс 4, ^o				Класс 5,			
		Вставки поперечного сечения в виде перевернутой буквы Т				J-образные вставки				Y-образные вставки				Вставки с сечением прямоугольной формы			
дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	дюймы	мм	мм
⁵ / ₆₄	1,2	D								0,165	±0,010	4,19	±0,25				
		W								0,044	+0,003	1,12	+0,08				
		H								0,155	-0,002	3,94	-0,05				
		H/2								0,078	+0,025	1,97	+0,64				
		R								-0,015			-0,38				
										±0,020			±0,50				
¹ / ₈	3,2	D	0,125	±0,004	3,18	±0,10	0,086	+0,011	2,18	+0,28	0,165	±0,010	4,19	±0,25			
		W	0,047	+0,002	1,19	+0,05	0,047	+0,002	1,19	+0,05	0,078	±0,010	1,98	±0,25	0,0625	±0,010	1,59 ±0,25
		H		-0,012		-0,30		-0,012		-0,30							
		H/2	0,055	+0,012	1,40	+0,30	0,055	+0,012	1,40	+0,30							
		R		-0,002		-0,05		-0,002		-0,05	0,140	±0,010	3,56	±0,25	0,125	±0,010	3,18 ±0,25
											0,072	±0,010	1,83	±0,25			
⁵ / ₃₂	4,0	D	0,156	±0,005	3,96	±0,13	0,110	+0,012	2,79	+0,30	0,205	±0,015	5,21	±0,38			
		W	0,063	+0,003	1,60	+0,08	0,063	+0,003	1,60	+0,08	0,093	±0,015	2,36	±0,38	0,125	±0,015	3,18 ±0,38
		H		-0,014		-0,36		-0,014		-0,36							
		H/2	0,063	+0,014	1,60	+0,36	0,063	+0,014	1,60	+0,36							
		R		-0,003		-0,08		-0,010		-0,25	0,175	±0,010	4,45	±0,25	0,156	±0,015	3,96 ±0,38
											0,093	±0,010	2,36	±0,25			

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Интервал между центром ребра (W) и центром грани (D) не должен превышать 0,005 дюйма (0,13 мм).
b. Дополнительные размеры и допуски – для вставок класса 4, Y-образного сечения (см. Рис. 1):

	размер ³ / ₆₄ дюйма (дюйм)	размер 1.2 мм (мм)	размер ¹ / ₈ дюйма (дюйм)	размер 3.2 дюйма (мм)	размер ⁵ / ₃₂ дюйма (дюйм)	размер 4.0 мм (мм)
(a) Радиус ребра	0,020 ± 0,003	0,5 ± 0,08	0,044 ± 0,005	1,12 ± 0,13	0,050 ± 0,005	1,27 ± 0,13
(b) Угол между стороной ребра и осевой линией	1° - 2°	1° - 2°	1° - 2°	1° - 2°	1° - 2°	1° - 2°
(c) Смещение ребра	± 0,010	± 0,25	± 0,010	± 0,25	± 0,015	± 0,38
(d) Высота ребра по осевой линии	0,093 ± 0,010	2,36 ± 0,25	0,100 ± 0,010	2,54 ± 0,25	0,115 ± 0,010	2,92 ± 0,25
(e) Угол между верхней поверхностью наклонного плеча и осевой линией	50° ± 5°	50° ± 5°	50° ± 5°	50° ± 5°	50° ± 5°	50° ± 5°
(f) Длина наклонного плеча	0,085 ± 0,010	2,16 ± 0,25	0,085 ± 0,010	2,16 ± 0,25	0,125 ± 0,010	3,18 ± 0,25

С точки зрения практического контроля, размеры D, W, H и H/2 наиболее важны для обеспечения эксплуатационной пригодности и сварочных свойств. Размеры с (a) по (f) представлены для того, чтобы дополнить описание конфигурации поперечного сечения.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Руководство по классификации AWS для плавких вставок

(Настоящее Приложение не является частью *Технических условий AWS A5.30-97* на плавкие вставки, а приводится только для сведения.)

A1. Введение

Настоящее руководство имеет целью связать классификацию присадочных металлов с их предполагаемым применением, дабы настоящие технические условия могли быть использованы наиболее эффективно.

A2. Система классификации

A2.1 Система классификации, используемая в настоящих технических условиях, приближена, насколько это возможно, к стандартной схеме, применяемой в других технических условиях на присадочные металлы Американского общества по сварке (AWS). Однако характер изделий, классифицируемых здесь, таков, что делает необходимым внесение определенных изменений, которые позволяют лучше классифицировать изделия. В качестве примера рассмотрим изделие IN308. Префикс «IN» обозначает плавкую вставку. Цифры 308 обозначают химический состав.

A2.2 Плавкие вставки классифицируются на основании их химического состава. Однако конфигурация их поперечного сечения является другим аспектом, который должен быть выбран и указан при оформлении заказа.

A2.3 Запрос о введении нового класса присадочного металла

A2.3.1 Если присадочный металл невозможно отнести ни к одному классу стандартной классификации, производитель вправе потребовать введения нового класса для данного присадочного металла. Изготовитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже.

A2.3.2 Запрос о введении нового класса присадочного металла должен предъявляться в письменном виде и содержать сведения, позволяющие Комитету по присадочным металлам или Подкомитету определить, что является более целесообразным — введение новой или доработка существующей классификации, а также необходимость вышеуказанных действий для удовлетворения запроса. В запросе должны быть указаны параметры и их предельные значения для подобной классификации или ее доработки. Запрос должен также содержать указания по срокам введения новой классификации или изменения существующей.

A2.3.4 Все необходимые действия по каждому запросу должны выполняться как можно быстрее. В случае задержки более чем на 12 месяцев, секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателю Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе исполнения по истечении 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и секретарь докладывает о них

председателю Комитета по присадочным металлам для принятия на контроль.

A2.3.5 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех удовлетворенных запросов за последний год к повестке дня для каждого заседания Комитета по присадочным металлам. Другие публикации удовлетворенных запросов остаются на усмотрение Американского общества по сварке (AWS).

A3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных в рамках настоящих технических условий, соответствует ANSI/AWS A5.01, *Руководство по поставке присадочных металлов*, как указано в настоящих технических условиях. Любые испытания материала, поставляемого в соответствии с настоящими техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны быть четко указаны в заказе на поставку в соответствии с положениями ANSI/AWS A5.01. При отсутствии подобных указаний в заказе на поставку поставщик имеет право поставить материал, выполнив испытания, обычно проводимые для материалов данной классификации, как указано в Ведомости F, Таблице 1 ANSI/AWS A5.01. Испытания согласно любой другой ведомости данной Таблицы должны быть отдельно оговорены в заказе на поставку. В таких случаях приемка отгруженного материала будет соответствовать указанным требованиям.

A4. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классификационное обозначение на самом изделии, поставщик удостоверяет соответствие изделия всем требованиям настоящих Технических условий.

Единственным условием такой сертификации является фактическое проведение изготовителем необходимых согласно ТУ испытаний на представительной выборке поставляемого материала, в результате чего устанавливается соответствие материала требованиям Технических условий. Представительной выборкой материала в данном случае служит любая партия материала плавких вставок данного класса. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания не обязательно проводить на конкретном материале поставки. Основанием для «Сертификации» соответствия техническим условиям является классификационное испытание «представительной выборки», определение которой дано выше, и «Программа изготовителя по обеспечению качества» стандарта ANSI/AWS A5.01.

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов. (см. A9.3, *Дым и газы*). Упомянутые факторы перечислены ниже:

- (1) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (2) число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении;
- (3) скорость выделения дыма, газов или пыли в зависимости от применяемых при сварке материалов и технологий;
- (4) близость сварщиков или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении;
- (5) вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка.

A6. Описание процесса

A6.1 Общие положения. Плавкие вставки используются для прохода при заварке корня шва с одной стороны, где требуется обеспечить устойчиво высокое качество сварных швов с минимальными ремонтами или отбраковкой, и где условия сварки могут быть далеки от оптимальных, например, при сварке в ограниченном пространстве или в случае необходимости обеспечить максимальную устойчивость к растрескиванию сварного шва, и т.д. Они обычно используются в соединениях труб, но часто применяются также и при сварке сосудов давления и при изготовлении сварных конструкций.

A6.2 Продув газом. Для того чтобы обеспечить целостность сварных трубопроводных систем, требуемую существующими стандартами, следует обеспечивать полное проплавление соединения с устойчиво высоким качеством металла сварного шва. Одним из способов достижения такого высокого уровня качества является применение предварительно устанавливаемых плавких вставок в сочетании с конкретной конфигурацией соединения и продувкой обратной стороны шва подходящим защитным газом. Расплавление или расплавление плавких вставок обычно выполняется с помощью технологии дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW), будь то ручная или автоматическая сварка. Этот способ, в частности, может быть применен в условиях, которые имеют место при сварке труб, но может быть использован и при выполнении соединений листовых материалов в нижней позиции. Главным образом принимается во внимание то, что требуется стыковой сварной шов с полным проплавлением при ограниченном доступе с одной стороны или при недоступности обратной стороны соединения для сварки. Для того чтобы получить достаточно гладкую, однородную поверхность задней стороны сварного шва без трещин или окисления, необходимо применить продувку с использованием подходящего защитного газа. Поскольку второй и третий проход при сварке соединения могут привести к повышению температуры ранее наплавленной при заварке корня шва плавкой вставки выше температуры окисления основного и присадочного металлов, может потребоваться постоянная продувка газом до завершения выполнения трех проходов, либо достижения толщины металла в основании сварного шва, равной $\frac{3}{16}$ дюйма (4,8 мм).

A6.3 Содержание феррита. Для плавких вставок из аустенитной нержавеющей стали покупатель должен указать приемлемые пределы содержания феррита или ферритное число, которое ему требуется в плавких вставках. В общем случае рекомендуется использовать плавкие вставки, допустимое предельное содержания феррита в которых соответствует значениям для присадочного металла, используемого в соединении. Содержание феррита следует измерять на наплавленной поверхности соответствующим прибором, калиброванным согласно ANSI/AWS A4.2, *Стандартные методики калибровки магнитных измерительных приборов для измерения содержания феррита в сварных швах из аустенитных нержавеющей и дуплексных ферритно-аустенитных сталей*. Кроме того, ферритное число можно оценить исходя из химического состава плавкой вставки, используя одну из двух диаграмм состояния, предложенных Исследовательским советом по сварке. Первая диаграмма, Рис. A2, широко известная как диаграмма Делонга или диаграмма WRC (Исследовательского совета по сварке) - Делонга, впервые была опубликована в 1973 г. Она применима в ограниченном диапазоне составов и обеспечивает достаточную точность в случае металла сварного шва из стандартных аустенитных нержавеющей сталей. Позже данная диаграмма была заменена усовершенствованной диаграммой WRC-1992, Рис. A3, границы, применимости которой более широки, а точность прогнозирования более высока, особенно в случае металла сварного шва из нестандартных аустенитных нержавеющей сталей.

A6.4 Конфигурация соединения. Конфигурация подготовленных под сварку торцов соединения должна быть совместимой с профилем используемой плавкой вставки, чтобы получить устойчиво высокое качество, особенно при сварке на объекте.

Для всех конфигураций профиля стыковой зазор во вставке (установленной и готовой для выполнения прихваточного шва) не должен превышать $\frac{1}{16}$ дюйма (1,6 мм).

A7. Информация о размещении заказов

При оформлении заказа на вставки должны быть указаны следующие сведения:

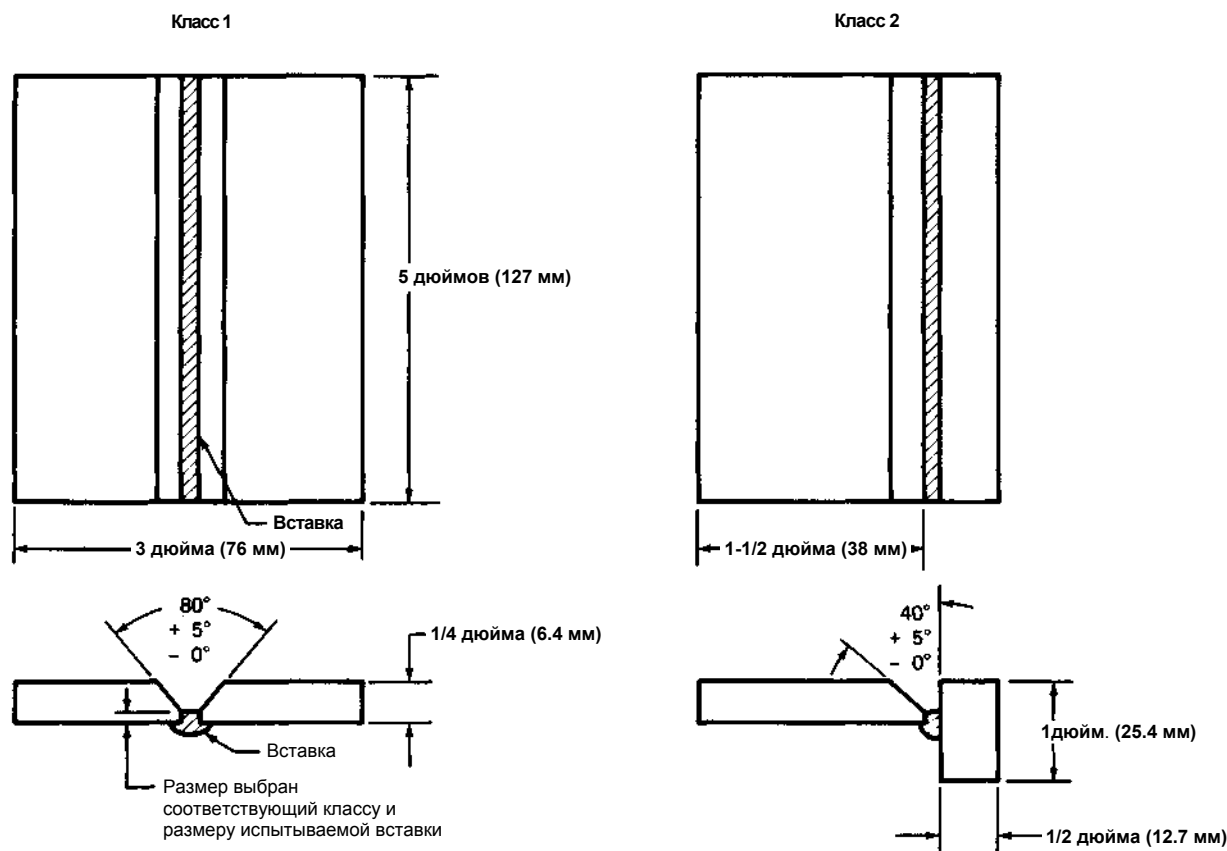
- (1) название, номер и дата выпуска данных технических условий;
- (2) класс, профиль и размер, включая номинальный размер трубы или внутренний диаметр трубы;
- (3) требуемое ферритное число.

A8. Специальные испытания

A8.1 Применимость. Обычно контроля химического состава достаточно, чтобы гарантировать эксплуатационную пригодность изделий этих классов. Однако иногда указывается необходимость проведения анализа плавкости. На рисунке A1 показано типичное испытательное соединение на толстолистовом прокате для анализа плавкости.

A8.2 Применения. Полное описание применения плавких вставок выходит за рамки настоящего документа. Дальнейшие сведения можно почерпнуть из ANSI/AWS D10.4, *Рекомендуемые методы сварки труб и трубок из*

РИС. А1 ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ПЛАВКОСТИ

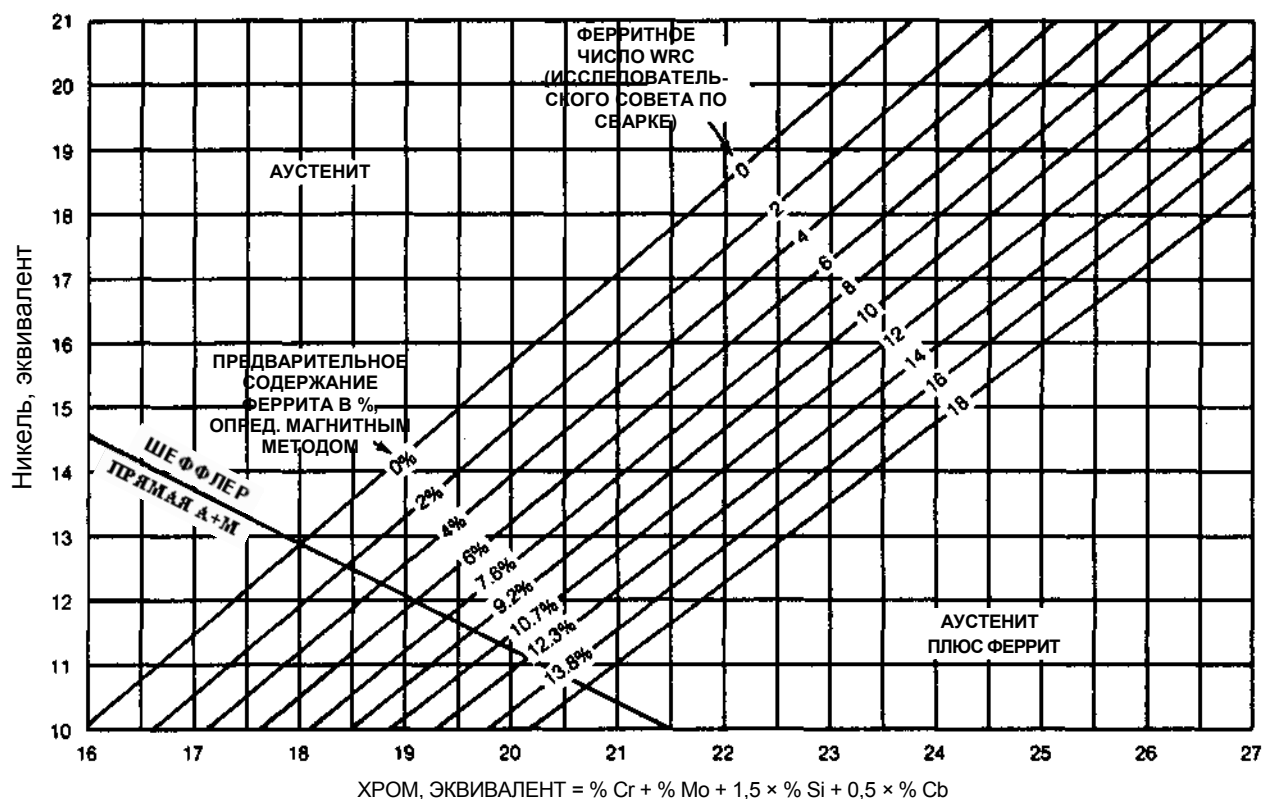


Все размеры, за исключением угловых величин, даны в дюймах (миллиметрах).

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (a) Состав плиты основания должен быть аналогичен составу плавкой вставки.
- (b) Сварка половины соединения выполняется в нижнем положении; оставшаяся часть – в вертикальном положении. Вся сварка производится со стороны с разделкой кромок.
- (c) Для продувки и защиты электрода и обратной поверхности сварного шва должен использоваться аргон.
- (d) Всегда надлежит следовать стандартным методикам и процедурам плавления вставки.
- (e) По окончании плавки соединение следует визуально обследовать на предмет проверки соответствия следующим требованиям:
 - (1) Очертания обратной поверхности наплавленной вставки.
 - (a) Усиление не должно превышать $\frac{3}{32}$ дюйма (2,4 мм).
 - (b) Вогнутость не должна превышать $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм).
 - (c) Контур шва должен иметь равномерный радиус закругления и плавно переходить в основной металл.
 - (2) Наплавленная вставка также не должна иметь линейных индикаторных следов, выявленных в ходе контроля методом жидких пенетрантов с применением пенетранта, не смываемого водой.

РИС. А2 ДИАГРАММА ДЕЛОНГА ДЛЯ НАПЛАВКИ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Вычислите эквиваленты хрома и никеля по данным анализа металла сварного шва. Если нет возможности выполнить анализ металла сварного шва на содержание азота, примите его равным 0,06% для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа и покрытых электродов, или равным 0,08% для дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа. Если химический анализ выполнен тщательно, то по данной диаграмме можно прогнозировать значение ферритного числа WRC FN с точностью плюс-минус 3 для 90% испытаний металлов марок 308, 309, 316 и 317.

аустенитной хромоникелевой нержавеющей стали, и ANSI/AWS D10.11, Рекомендуемые методы прохода при заварке основания шва и продувки газом.

А9. Общие положения техники безопасности

А9.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и подобных процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабочие поверхности. Они могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующие меры предосторожности. Рабочие должны носить защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Необходимо надевать высокие ботинки или кожаные галоши и огнеупорные перчатки. Штанины должны надеваться поверх голенищ высокой обуви. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, требуется соответствующая защита для глаз.

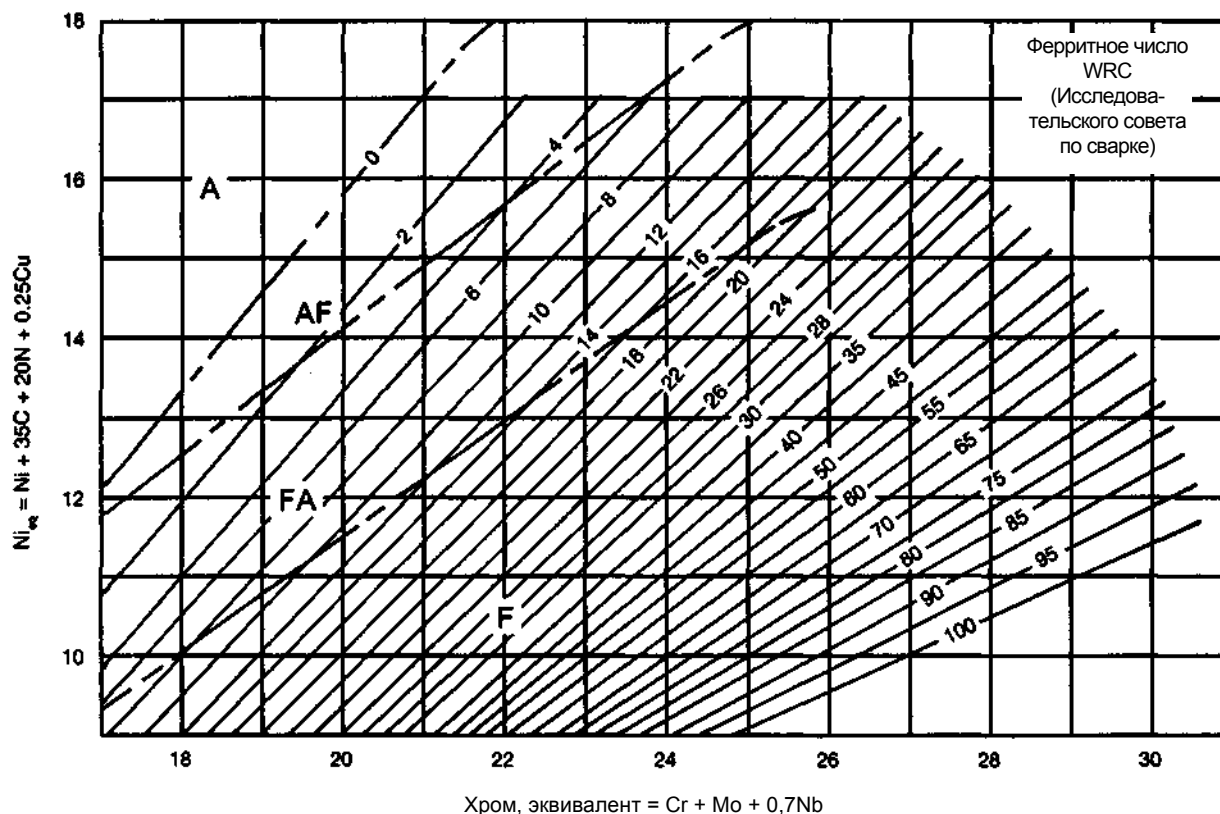
При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве следует использовать затычки для ушей (во

избежание попадания сварочных брызг в ушной канал) и защитные очки для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть следов смазки или масла. В карманах не должно быть горючих веществ. Если на одежду попало какое-либо горючее вещество, следует переодеться в чистую огнеупорную одежду перед началом работы с открытой дугой или горелкой. Должны использоваться специально разработанные для сварки передники, рукава типа пелерины, гетры и фартуки, покрывающие область плечей.

При сварке или резке толстого металла следует использовать защитные металлические экраны. Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью. Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или применять меры безопасности, описанные в предыдущем параграфе.

Прежде чем покинуть рабочую зону, необходимо маркировать горячие заготовки, чтобы предупредить окружающих об опасности. Запрещается ремонтировать или отсоединять электрооборудование, находящееся под напряжением. Результатом отсоединения под нагрузкой является искрение, что может вызвать ожог и/или шок.

РИС. А3 ДИАГРАММА WRC-1992 ДЛЯ НАПЛАВКИ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ



(Примечание: Прикосновение к горячему оборудованию, например, к электрододержателям, контактам и соплам может вызвать ожоги. Поэтому при обращении с такими предметами необходимо надевать изолированные перчатки, за исключением случаев, когда предварительно было выдержано соответствующее время охлаждения).

Следующие источники предлагают более подробную информацию по мерам индивидуальной защиты:

(1) — Американский национальный институт стандартов. Стандарт ANSI/ASC Z41.1, *Защитная обувь*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов.⁶

(2) — ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, Майами, Флорида: Американское общество по сварке.

(3) — Стандарт ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*. Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов.

(4) Профессиональная безопасность и здравоохранение. *Свод федеральных законов*, Заглавие 29 Труд, Глава XVII, Часть 1910. Вашингтон, округ Колумбия: Правительственная типография США.⁷

⁶ Стандарты ANSI можно получить по адресу: American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, New York, NY 10036.

⁷ Документы OSHA можно получить в US Government Printing Office, Washington, DC 20402.

A9.2 Опасность поражения электрическим током.

Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу, тем не менее, его можно избежать. Не следует касаться токоведущих частей электрооборудования. Следует прочесть и уяснить инструкции изготовителя и рекомендованные инструкции по технике безопасности. Неправильная установка, заземление, эксплуатация и техобслуживание электрооборудования являются источниками опасности.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Подводящий провод обрабатываемого изделия не является заземлением. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельный вывод. Обрабатываемое изделие, само по себе, не может использоваться для соединения с землей.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть герметичными, чистыми и сухими. Плохие соединения могут перегреваться и даже плавиться. Кроме того, они могут стать причиной опасного искрения и дуговых разрядов. Нельзя позволять воде, смазке или загрязнениям скапливаться на штепсельных вилках, гнездах или электрических соединениях. Влага может послужить проводником для электричества.

Во избежание поражения электрическим током рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны надевать сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолирующей платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные электрические соединения могут создать условия для возникновения короткого замыкания или привести к удару током. Изношенный, поврежденный или неизолированный кабель использоваться не должен. Следует избегать появления напряжений холостого хода. Когда несколько сварщиков работают с дугой различной полярности, или при использовании нескольких сварочных агрегатов переменного тока напряжение холостого хода (разомкнутой цепи) может оказаться просуммированным. Дополнительное напряжение увеличивает тяжесть поражения в случае поражения током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить пострадавшего от провода под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию, как только будет устранен контакт с источником напряжения. Необходимо вызвать врача и продолжать делать искусственное дыхание до восстановления дыхания или до прихода врача. Электрические ожоги лечатся так же, как и обычные термические ожоги; т.е. следует прикладывать к ним чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на пораженную область следует наложить чистую сухую повязку; а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Следует соблюдать требования общепризнанных стандартов по технике безопасности таких как ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*; и стандарта Национальной противопожарной ассоциации (NFPA)⁸ № 70, *Свод национальных правил по электротехнике*.

A9.3 Дым и газы. Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, образующиеся из присадочных металлов и флюсов, основного металла и присутствующего на нем покрытия. Газы выделяются во время сварки или в результате воздействия сопровождающего процесса излучения на окружающую среду. Управляющий персонал и сварщики должны быть предупреждены о воздействии этих дымов и газов. Количество и состав этих дымов и газов зависит от состава присадочного металла и основного металла, процесса сварки, уровня силы тока, длины дуги и других факторов.

Возможные последствия воздействия дыма и газов могут быть различными, начиная от раздражения глаз, кожи и слизистых оболочек и заканчивая более серьезными последствиями. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Симптомами могут быть тошнота, головные боли, головокружения и признаки отравления парами металлов (литейная лихорадка). Существует вероятность более серьезных последствий для здоровья при использовании особо токсичных материалов. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье. Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Для того, чтобы избежать попадания дыма или газов в область дыхания и окружающее пространство, следует использовать достаточную вентиляцию и/или вытяжку в дуге.

⁸ Документы Национальной противопожарной ассоциации можно получить по адресу: National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. Если качество вентиляции находится под вопросом, следует взять пробы воздуха для выяснения необходимости принятия мер.

Более подробная информация о дыме и газах при различных процессах сварки содержится в следующих источниках:

(1) Допустимые пределы воздействия согласно OSHA (Профессиональная безопасность и здравоохранение) содержатся в *Своде федеральных законов*, заглавие 29, глава XVII, часть 1910.

(2) Рекомендуемые пороговые (предельные) значения для дымов и газов приведены в документе «*Предельно допустимые значения концентрации химических и физических веществ в среде рабочего помещения*», изданном Американской ассоциацией специалистов по промышленной гигиене (ACGIH)⁹.

(3) Результаты исследований, финансируемых Американским обществом по сварке, находятся в отчете «*Дым и газы при сварке*», имеющемся в Американском обществе по сварке.

(4) Лист данных по безопасности материала на данное изделие от производителя.

A9.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы могут сопровождаться излучением, вредным для здоровья. Следует ознакомиться с воздействием такой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (рентгеновские лучи) и неионизирующей (ультрафиолетовое, видимое или инфракрасное излучение). Чрезмерное облучение может иметь различные последствия, например, ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности.

A9.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в пределах ограничений, предъявляемых при приемке, путем использования подходящего экранирования сварочной зоны.

A9.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны излучения возникающей неионизирующей радиации зависит от многих факторов, например, процесса, параметров сварки, состава электродов и основного металла, флюсов и какого либо покрытия, в том числе листового, на основном металле. Некоторые процессы, такие как контактная сварка и холодная сварка давлением, обычно сопровождаются выделением пренебрежимо малых количеств лучистой энергии. Однако большинство процессов дуговой сварки и резки (за исключением дуговой сварки под флюсом, при правильном применении), лазерной и газовой сварки, резки, пайки твердым или мягким припоем может сопровождаться выделением таких количеств неионизирующего излучения, которые требуют принятия мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(1) Нельзя смотреть на сварочную дугу, кроме как через специальные фильтры, отвечающие требованиям

⁹ Документы ACGIH можно получить по адресу: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Kemper Woods Center, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240.

стандарта ANSI/ASC Z87.1 *Методика защиты глаз и лица при обучении и профессиональной работе*, опубликованном ANSI. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве сварочных фильтров, а, главным образом, для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(2) Участки кожи, подверженные воздействию, должны быть защищены специальной одеждой и перчатками, согласно требованиям ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликовано AWS.

(3) Следует избегать отражений сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных отражений. (*Примечание: Краски, пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в ультрафиолетовом диапазоне*).

(4) Следует использовать экраны, занавески или предусмотреть достаточное расстояние от проходов и переходов, чтобы защитить проходящих людей от облучения при сварке.

(5) Практика показала, что защитные очки с боковыми щитками обеспечивают надежную защиту от ультрафиолетового излучения сварочной дуги.

A9.4.3 Информацию по неионизирующему излучению можно почерпнуть в следующих источниках:

(1) Стандарт AWS F2.1-78, *Рекомендуемые правила безопасности при сварке электронным лучом и резке*, предоставляемый Американским обществом сварщиков, Майами, Флорида

(2) Сопутствующая документация на изделие от производителя.

A9.4.4 Информацию по неионизирующему излучению можно получить из следующих источников:

(1) Американский национальный институт стандартов. ANSI/ASC Z136.1, *Безопасное использование лазеров*, Нью-Йорк: Американский национальный институт стандартов.

(2) ---. ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности*. Нью Йорк: Американский национальный институт стандартов.

(3) ---. ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*. Опубликовано Американским обществом по сварке, Майами, Флорида.

(4) Hinrichs J. F. Проектная комиссия по излучению - итоговый отчет, *Welding Journal*, январь 1978.

(5) Moss C. E. "Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные занавески". *Welding Journal*, март 1979.

(6) Moss C. E., и Murray W. E. "Уровень оптического излучения при газовой сварке, пайке с нагревом пламенем и кислородной резке." *Welding Journal*, сентябрь 1979.

(7) Marshall W. J., Sliney D. H. и др. "Уровни оптического излучения при воздушно-дуговой резке угольным электродом." *Welding Journal*, март 1980.

(8) Национальная служба технической информации. Специальное исследование методов защиты от неионизирующего излучения № 42-0053-77, *Исследование потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения при сварке и резке*. Springfield, VA: National Technical Information Service, ADA-033768.

(9) Специальное исследование мер защиты от неионизирующего излучения № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности воздействия видимого излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке, на сетчатку глаза*. Springfield, VA: National Technical Information Service, ADA-043023.

ФЛЮСЫ ДЛЯ ПАЙКИ ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ И ПАЙКИ-СВАРКИ

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.31



(Идентичны техническим условиям AWS A5.31-92. При возникновении споров арбитражным будет являться оригинал AWS)

1. Область применения

Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации флюсов для пайки, используемых с присадочными металлами при пайке твердым припоем или пайке-сварке, такими как те, что классифицированы в технических условиях ANSI/AWS A5.8, *Присадочные металлы для пайки твердым припоем и пайки-сварки. Технические условия.*

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Классификация

2.1 Флюсы для пайки, охватываемые данными техническими условиями, классифицируются в соответствии с присадочным металлом, формой материала и диапазоном температур активности, при которых они применяются, как это указано в Таблице 1.

2.2 Материалы, отнесенные к одному классу, не должны быть классифицированы как подпадающие под какой-либо другой класс в рамках данных технических условий.

3. Приемка

Основанием для приемки материала должно служить удовлетворение материалом требованиям настоящих технических условий.

4. Сертификация

Нанося обозначение технических условий AWS и классификации на упаковку единицы изделия, изготовитель удостоверяет тот факт, что данный флюс удовлетворяет требованиям настоящих технических условий. (см. Секцию A3.)

5. Единицы измерения и методика округления

5.1 Единицы измерения, принятые в США, являются стандартными единицами измерения для данных технических условий, за исключением тех случаев, когда приведены значения в единицах измерения системы СИ для веса образца флюса. Величины в единицах измерения системы СИ приведены как эквивалентные значениям в единицах измерения, принятых в США. Стандартные размеры в двух системах единиц не идентичны, поэтому

стандартный размер в единицах одной системы после преобразования не всегда совпадает со стандартным размером в другой системе. Тем не менее, можно осуществить подходящие преобразования, соотносящие стандартные размеры обеих систем, если в каждом конкретном случае применяются соответствующие допуски.

5.2 В целях определения соответствия данным техническим условиям, измеряемые или расчетные значения должны округляться до ближайшего значения крайнего правого разряда в числе, выражающем предельное значение для других величин в соответствии с методикой округления, приведенной в ASTM E29, *Рекомендуемая методика использования значащих цифр в данных результатов испытаний при определении соответствия техническим условиям*¹.

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

6. Обзор испытаний

6.1 Требуемые для каждого класса флюса испытания приведены в Таблице 2. Эти испытания включают в себя испытания на содержание воды, определение максимального размера частиц, испытание на прилипание к испытательному образцу и на наличие или отсутствие натриевого блеска в пламени газовой горелки. Они также используются для определения текучести при высокой температуре, флюсующего действия, растекания присадочного металла и жизнеспособности флюса при высокой температуре. Основной металл для испытательного образца, присадочный металл и методики испытаний, которые следует использовать, а также результаты, которые требуется получить, приведены в Части В, Секциях с 8 по 18 и в Таблице 3

6.2 Минимальный срок годности при хранении должен составлять шесть (6) месяцев со дня изготовления при хранении материала в его исходном неоткрытом контейнере. Другие требования к минимальному периоду хранения могут быть установлены по согласованию между поставщиком и покупателем.

¹Стандарты ASTM можно получить в Американском обществе по испытанию материалов по адресу: American Society for Testing and Materials, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ТАБЛИЦА 1
КЛАССИФИКАЦИЯ ФЛЮСОВ ДЛЯ ПАЙКИ С ПРИСАДОЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ ДЛЯ ПАЙКИ ТВЕРДЫМ ПРИПОЕМ
ИЛИ ПАЙКИ-СВАРКИ

Классификация AWS*	Форма материала	Тип присадочного материала	Диапазон температур активности	
			°F	°C
FBI-A	Порошок	BAISi	1080-1140	580-615
FB1-B	Порошок	BAISi	1040-1140	560-615
FB1-C	Порошок	BAISi	1000-1140	540-615
FB2-A	Порошок	BMg	900-1150	480-620
FB3-A	Паста	BAg и BCuP	1050-1600	565-870
FB3-C	Паста	BAg и BCuP BAg, BCu, BNi,	1050-1700	565-925
FB3-D	Паста	BAu и RBCuZn	1400-2200	760-1205
FB3-E	Жидкость	BAg и BCuP	1050-1600	565-870
FB3-F	Порошок	BAg и BCuP	1200-1600	650-870
FB3-G	Шлам	BAg и BCuP	1050-1600	565-870
FB3-H	Шлам	BAg	1050-1700	565-925
FB3-I	Шлам	BAg, BCu, BNi, BAu и RBCuZn	1400-2200	760-1205
FB3-J	Порошок	BAg, BCu, BNi, BAu и RBCuZn	1400-2200	760-1205
FB3-K	Жидкость	BAg и RBCuZn	1400-2200	760-1205
FB4-A	Паста	BAg и BCuP	1100-1600	595-870

* Флюс 3В, указанный в Руководстве по пайке, 3-е издание, 1976 г., более не применяется. Тип 3В разделен на типы FB3-C и FB3-D.

ПРИМЕЧАНИЯ:

- а. Выбор обозначения флюса для конкретного типа работ может быть сделан исходя из формы материала, типа присадочного металла и вышеуказанного класса, но, вообще говоря, информации, представленной здесь, недостаточно для выбора флюса. Дополнительную информацию см. в Секции A6 и последнем выпуске Справочника по пайке.
- б. Разница между флюсом в форме пасты и флюсом в форме шлама показана в п.п. 11.2 и 11.3.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Классификация AWS флюса	Форма материала	Содержание воды	Испытание на размер частиц	Прилипание	Натриевый блеск	Текущность	Флюсующее действие	Растекание	Жизнеспособность
FBI-A	Порошок	X				X	X	X	
FB1-B	Порошок	X				X	X	X	
FB1-C	Порошок	X				X	X	X	
FB2-A	Порошок	X				X	X	X	
FB3-A	Паста	X	X	X	X	X	X	X	X
FB3-C	Паста	X	X	X	X	X	X	X	X
FB3-D	Паста	X	X	X	X	X	X	X	X
FB3-E	Жидкость	X	X				X	X	
FB3-F	Порошок	X			X	X	X	X	X
FB3-G	Шлам	X	X	X	X	X	X	X	X
FB3-H	Шлам	X	X	X	X	X	X	X	X
FB3-I	Шлам	X	X	X	X	X	X	X	X
FB3-J	Порошок	X			X	X	X	X	X
FB3-K	Жидкость		X				X	X	
FB4-A	Паста	X	X	X	X	X	X	X	X

ТАБЛИЦА 3
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ФЛЮСУЮЩЕЕ
ДЕЙСТВИЕ, РАСТЕКАНИЕ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ

Классификация AWS флюса	Классификация AWS присадочного металла	Основной металл		Температура при испытании ¹		Сечение потока	
		Общепринятое название	Номер унифицированной системы ²	°F	°C	кв. дюймы.	кв. мм.
FBI-A	BAISi-4	алюминий 3003	A93003	1135	613	0.2	129
FB1-B	BAISi-4	алюминий 3003	A93003	1135	613	0.2	129
FB1-C	BAISi-4	алюминий 3003	A93003	1135	613	NR ³	NR ³
FB2-A	BMg-1	магний AZ31B	M11311	1130	610	NR ³	NR ³
FB3-A	BAg-7	углеродистая сталь 1008	G10080	1300	705	0.25	161
FB3-C	BAg-24	нержавеющая сталь 304	S30400	1400	760	0.25	161
FB3-D	RBCuZn-D	нержавеющая сталь 304	S30400	1850	1010	0.25	161
	BNi-2	нержавеющая сталь 304	S30400	1900	1040	0.25	161
FB3-E	BAg-7	нержавеющая сталь 304	S30400	1300	705	NR ³	NR ³
FB3-F	BAg-7	1008 углеродистая сталь	G10080	1300	705	0.25	161
FB3-G	BAg-7	1008 углеродистая сталь	G10080	1300	705	0.25	161
FB3-H	BAg-24	1008 углеродистая сталь	G10080	1400	760	0.25	161
FB3-I	RBCuZn-D	нержавеющая сталь 304	S30400	1850	1010	0.25	161
	BNi-2	нержавеющая сталь 304	S30400	1900	1040	0.25	161
FB3-J	RBCuZn-D	нержавеющая сталь 304	S30400	1850	1010	0.25	161
	BNi-2	нержавеющая сталь 304	S30400	1900	1040	0.25	161
FB3-K	RBCuZn-D	1008 углеродистая сталь	G10080	1750	955	NR ³	NR ³
FB4-A	BAg-6	C613 алюминиевая бронза	C61300	1525	830	0.25	161

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Допуски температур должны быть $\pm 15^\circ\text{F}$ ($\pm 8^\circ\text{C}$).
2. Унифицированная система числового обозначения металлов и сплавов ASTM/SAE, опубликована SAE, Inc., 400 Commonwealth Drive, Pittsburgh, Pennsylvania 15096.
3. NR — Нет требования к растекаемости. Все что требуется, это смачивание основного металла присадочным металлом

7. Повторные испытания

Если результаты какого-либо испытания не отвечают соответствующим требованиям, то такое испытание следует повторить дважды. Результаты обоих испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторного испытания должны быть взяты из исходной испытательной пробы или из новой испытательной пробы.

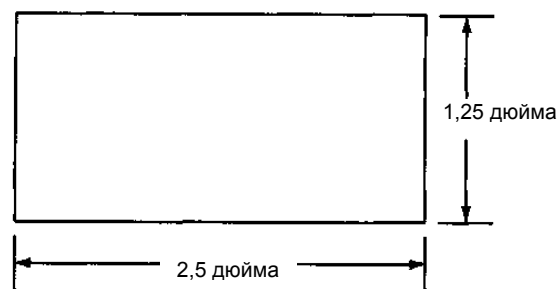
8. Испытательный образец

8.1 Испытательный образец, изображенный на рисунке 1, должен представлять собой прямоугольный лист шириной 1,25 дюйма (30 мм), длиной 2,5 дюйма (60 мм) и толщиной, примерно, 0,040 дюйма (1 мм) из основного металла, указанного в Таблице 3.

8.2 За исключением случаев, оговоренных в п.п. 8.3 и 8.4, поверхность испытательного образца должна быть подготовлена следующим образом: обезжирена, отполирована наждачной бумагой или шкуркой № 200, промыта, высушена, протерта тканью, смоченной в легком минеральном масле, и вытерта насухо чистой сухой тканью.

8.3 Поверхность алюминиевого испытательного образца должна быть подготовлена следующим образом: обезжирена, протравлена каустической содой [5 % NaOH при температуре 170 °F (77 °C)], очищена (500 HNO₃ при комнатной температуре), промыта водой и высушена.

РИС. 1 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ТОЛЩИНОЙ ПРИМЕРНО 0,040 ДЮЙМА



Эквиваленты СИ	
дюйм	мм
0.040	1
1.25	30
2.50	60

8.4 Поверхность магниевого испытательного образца должна быть подготовлена следующим образом: обезжирена, погружена на 2 минуты в светлый травильный раствор азотнокислого железа [1,5 фунта (0,68 кг) хромовой кислоты, 5,33 унций (0,15 кг) азотнокислого железа, 0,5 унции (0,014 кг) фтористого калия на галлон воды при температуре 60-100 °F (16~38 °C)], промыта водой и высушена.

9. Образец флюса

Отбору образца немодифицированного флюса должно предшествовать тщательное перемешивание до получения однородной равномерной консистенции.

10. Присадочный металл

10.1 Для всех классов флюсов, за исключением FB3-D, FB3-I и FB3-J при проведении испытаний с присадочным металлом BNi-2, присадочный металл должен представлять собой проволоку длиной $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм), диаметром $\frac{1}{16}$ дюйма (1,6 мм) из материала по классификации AWS, приведенной в Таблице 3.

10.2 Для классов флюса FB3-D, FB3-I и FB3-J при проведении испытаний с присадочным металлом BNi-2, присадочный металл должен представлять собой 0,2 г. порошка или пруток.

11. Испытание на содержание воды

11.1 Содержание воды должно определяться в соответствии со следующей методикой (все значения веса должны округляться до ближайшего дискрета, равного 0,01 г):

(1) Определите вес сухого стеклянного стакана вместимостью 50 мл.

(2) Поместите 3 г. образца флюса в стакан.

(3) Определите вес влажного флюса, взвесив флюс и стакан и отняв вес стакана.

(4) Поместите стакан в вакуумный эксикатор, содержащий активированный силикагель, смешанный с небольшим количеством голубого геля.

(5) Закройте эксикатор и проведите вакуумное осушение в течение 48 ч.

(6) Определите вес сухого флюса, взвесив флюс и стакан и отняв вес стакана.

(7) Рассчитайте содержание воды следующим образом:

$$\text{Содержание воды (\%)} = \frac{(\text{вес влажного флюса} - \text{вес сухого флюса}) \times (100)}{\text{вес влажного флюса}}$$

11.2 Пастообразные флюсы должны иметь содержание воды от 15 до 35 %.

11.3 Флюсы в форме шлама должны иметь содержание воды от 30 до 60 %.

11.4 Жидкие флюсы должны иметь содержание воды от 82 до 90 %

11.5 Порошкообразные флюсы должны иметь содержание влаги 5 % или менее.

12. Испытание на размер частиц

12.1 Размер частиц пастообразного флюса является приемлемым, если весь объем образца массой 60 г проходит через стандартное испытательное сито, принятое в США, с размером ячейки 425 мкм (сито № 40). Сито должно соответствовать ASTM E11, *Сита проволочные тканые для испытательных целей. Технические условия*. Перед испытанием допускается нагрев при температуре 180 °F (82 °C) в течение одного часа.

12.2 Гранулометрический состав флюса в форме шлама является приемлемым, если весь объем образца весом 60 г проходит через стандартное испытательное сито, принятое в США, с размером ячейки 106 мкм (№ 140).

12.3 В жидких флюсах не должно наблюдаться видимых частиц при осмотре без увеличения.

13. Испытание на прилипание

Характеристики прилипания флюса должны определяться в соответствии со следующими методиками.

13.1 Для температур ниже диапазона температур активности флюса применяют следующую методику:

13.1.1 С помощью щетки нанесите слой флюса толщиной, примерно, $\frac{1}{32}$ дюйма (0,8 мм) на одну из поверхностей испытательного образца, см. Рисунок 1. Сведения об основном металле см. в Таблице 3.

13.1.2 Осмотр № 1. Осмотрите поверхность на предмет выявления несмоченных участков.

13.1.3 Дайте флюсу высохнуть на воздухе при комнатной температуре, причем испытательный образец должен быть расположен так, чтобы его продольная ось была наклонена примерно на 60° относительно горизонтали.

13.1.4 Осмотр № 2. Осмотрите поверхность на предмет выявления участков с утраченным или стянутым флюсом.

13.1.5 Тот же испытательный образец, наклоненный, примерно, на 60°, нагрейте в печи с воздушной средой, предварительно прогретой до температуры на 100 °F (55 °C) ниже минимальной температуры активности флюса, указанной в Таблице 1, выдержите при этой температуре в течение трех минут и охладите на воздухе до комнатной температуры.

13.1.6 Осмотр № 3. Осмотрите поверхность на предмет выявления участков с утраченным или стянутым флюсом.

13.2 Результаты испытаний считаются приемлемыми, если каждый из трех осмотров показывает, что флюсовое покрытие является сплошным, т.е. не имеет несмоченных участков или участков с утраченным или стянутым флюсом.

13.3 Минимальная температура активности

13.3.1 Нанесите 1,4 г флюса в виде равномерного покрытия на одну поверхность испытательного образца, Рисунок 1, выполненного из основного металла, указанного в Таблице 3, и высушите его на воздухе при комнатной температуре.

13.3.2 Тот же испытательный образец, наклоненный, примерно, на 60°, нагрейте в печи с воздушной средой, предварительно прогретой до минимальной температуры активности флюса, указанной в Таблице 1, выдержите при этой температуре в течение трех минут и охладите на воздухе до комнатной температуры в неподвижном воздухе.

13.4 Результат испытания считается приемлемым, если 80 % или более поверхности испытательного образца остается покрытой флюсом и защищенной флюсом от высокотемпературного окисления.

14. Испытание на натриевый блеск

14.1 Одна поверхность испытательного образца, Рисунок 1, выполненного из основного металла, указанного в Таблице 3, должна быть щедро покрыта флюсом. Затем она должна быть нагрета в кислородно-ацетиленовом пламени, слегка обогащенном ацетиленом (раскисляющем), до температуры, примерно на 100 °F (56 °C) выше минимальной температуры активности испытываемого флюса, см. Таблицу 1.

14.2 Результат испытания считается приемлемым, если в ходе нагрева не появляется видимого оранжевого свечения флюса. В случае сомнения, следует оценить содержание натрия, которое не должно превышать 0,04 %, при определении его методом спектрохимического анализа или эквивалентным взаимоприемлемым методом.

15. Испытание на текучесть (для всех флюсов, за исключением FB3-E и FB3-K)

15.1 Текучесть флюса при высокой температуре должна определяться с помощью следующей методики.

15.1.1 Поместите образец флюса весом 10 г в химически стойкий тигель.

15.1.2 Нагрейте тигель в предварительно нагретой печи с воздушной средой до минимальной температуры активности, указанной в Таблице 1, и выдержите его при этой температуре в течение пяти минут.

15.1.3 Извлеките тигель из печи и сразу же проведите определение степени текучести расплавленного флюса при этой температуре, наклоняя тигель.

15.1.4 Нагрейте тигель в предварительно нагретой печи с воздушной средой до максимальной температуры активности, указанной в Таблице 1, и выдержите его при этой температуре в течение 10 минут.

15.1.5 Охладите тигель как можно быстрее, возвратив регулятор температуры печи в положение, соответствующее минимальной температуре активности.

15.1.6 Когда термopара печи покажет минимальную температуру активности, извлеките тигель и оцените степень текучести при этой температуре, вновь наклоняя тигель.

15.2 Результат считается приемлемым, если текучесть при втором осмотре остается примерно такой же, как и при первом осмотре.

16. Испытание флюсующего действия

16.1 Для всех флюсов, за исключением FB3-K, флюсующее действие должно определяться в соответствии со следующей методикой:

16.1.1 Нанесите 1,4 г флюса в виде равномерного покрытия на одну поверхность испытательного образца,

Рисунок 1, выполненного из основного металла, указанного в Таблице 3. Поместите предварительно флюсованный образец присадочного металла (см. п. п. 10.1, 10.2 и Таблицу 3) на испытательный образец и высушите его на воздухе при комнатной температуре.

16.1.2 Тот же испытательный образец, находящийся в горизонтальном положении, нагрейте в печи с воздушной средой, предварительно прогретой до минимальной температуры активности флюса, указанной в Таблице 1, выдержите при этой температуре в течение двух минут и охладите на воздухе до комнатной температуры.

16.1.3 Очистите испытательный образец, вымачивая его в теплой воде.

16.2 В случае флюса FB3-K, флюсующее действие должно определяться в соответствии со следующей методикой:

16.2.1 Установите кислородно-ацетиленовый пост для пайки с применением жидкого флюса, следующим образом:

(1) Используйте наконечник горелки с отверстием № 48.

(2) Установите давление, как кислорода, так и ацетилена, равным 7 фунт/кв. дюйм.

(3) Поместите присадочный металл на испытательный образец, который имеет голубую оксидированную поверхность.

(4) Располагая наконечник горелки на высоте 5 дюймов (127 мм) над испытательным образцом, нагрейте его до температуры 1400 °F (760 °C) и охладите на воздухе до комнатной температуры.

16.2.2 Для измерения температуры используйте термокарандаши или эквивалентные средства.

16.3 Результат испытания считается приемлемым, если поверхность испытательного образца, которая была покрыта флюсом, и поверхность присадочного металла не имеют высокотемпературного окисления, на что указывает отсутствие обесцвечивания образца.

17. Испытание на растекание

17.1 В случае флюсов для пайки, за исключением флюса FB3-K, степень растекания присадочного металла должна определяться с помощью следующей методики.

17.1.1 Нанесите 1,4 г флюса в виде равномерного покрытия на одну поверхность испытательного образца, Рисунок 1, выполненного из основного металла, указанного в Таблице 3, и поместите предварительно флюсованный присадочный металл на испытательный образец. Высушите его на воздухе при комнатной температуре.

17.1.2 Тот же испытательный образец, находящийся в горизонтальном положении, нагрейте в печи с воздушной средой, предварительно прогретой до температуры испытания, указанной в Таблице 3, выдержите при температуре испытания, извлеките испытательный образец и охладите на воздухе до комнатной температуры.

17.1.3 Очистите испытательный образец, вымачивая его в теплой воде.

17.2 В случае флюса FB3-K степень растекания присадочного металла должна определяться в соответствии со следующей методикой:

17.2.1 Установите кислородно-ацетиленовый пост для пайки с применением жидкого флюса, следующим образом.

(1) Используйте наконечник горелки с отверстием № 48.

(2) Установите давление, как кислорода, так и ацетилена, равным 7 фунт/кв. дюйм.

(3) Поместите присадочный металл на испытательный образец.

(4) Располагая наконечник горелки на высоте 5 дюймов (125 мм) над испытательным образцом, нагрейте его до температуры 1750 °F (955 °C) и охладите на воздухе.

17.2.2 Для измерения температуры используйте термокарандаши или эквивалентные средства.

17.3 Результат испытания считается приемлемым, если участок растекания присадочного металла равен или превышает участок растекания, указанный в Таблице 3. Для флюсов FB1-C, FB2-A, FB3-E и FB3-K требуется смачивание основного металла присадочным металлом, но специальных требований к размерам участка растекания не установлено.

18. Испытание на жизнеспособность

18.1 Способность флюса защищать поверхность основного металла при высокой температуре должна определяться с помощью следующей методики.

18.1.1 Нанесите, примерно, 1,4 г флюса в виде равномерного покрытия на одну поверхность испытательного образца, Рисунок 1, выполненного из основного металла, указанного в Таблице 3, и высушите его на воздухе при комнатной температуре.

18.1.2 Нагрейте образец в печи, предварительно прогретой до температуры испытания, указанной в Таблице 3, удерживая испытательный образец в горизонтальном положении, и выдержите в течение десяти минут при температуре испытания.

18.1.3 Поместите необработанный флюсом присадочный металл на испытательный образец в печи.

18.1.4 Продолжайте нагревание до тех пор, пока температура печи не станет равной температуре испытания, выдержите одну минуту при этой температуре, извлеките испытательный образец и охладите его на воздухе до комнатной температуры.

18.1.5 Очистите испытательный образец, вымачивая его в теплой воде.

18.2 Результат испытания считается приемлемым, если присадочный металл смочил испытательный образец. Конкретного требования к размеру участка растекания нет.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

19. Способ изготовления

Флюсы для пайки, классифицируемые согласно настоящим техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение флюсов для пайки, отвечающих требованиям настоящих технических условий. Следует использовать химические материалы технических марок или более высокого класса.²

20. Формы

20.1 Стандартными формами флюсов для пайки являются порошок, паста, шлам или жидкость, как показано в Таблице 1.

² Более подробное описание классификации марок химических материалов приведено в документах Ассоциации химических предприятий США: Manufacturing Chemists Association, 1825 Connecticut Avenue N.W., Washington, DC 20009.

20.2 Флюс в форме пасты должен отвечать требованиям п. 11.2.

20.3 Флюс в форме шлама должен быть пригоден для применения в оборудовании автоматического распределения флюса и должен удовлетворять требованиям п. 11.3.

20.4 Флюс в жидкой форме должен быть пригоден для применения в оборудовании распыления флюса и должен удовлетворять требованиям п. 11.4.

20.5 Флюс в форме порошка должен отвечать требованиям п. 11.5.

21. Упаковка

21.1 Флюсы для пайки должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

21.2 Контейнеры для флюсов и укупорка должны быть сделаны из материалов, которые не вступают в химические реакции с флюсом в ходе хранения в течение шестимесячного минимального периода после упаковки.

21.3 Герметизация должна быть достаточной для того, чтобы предотвратить потерю или загрязнение компонентов флюса в условиях нормального обращения.

21.4 Масса стандартной упаковки должна быть согласована между покупателем и поставщиком.

22. Маркировка упаковки

22.1 На каждую единицу упаковки снаружи должна быть разборчиво нанесена маркировка со следующей информацией об изделии (как минимум):

- (1) Номера технических условий и классификации AWS;
- (2) Наименование поставщика и торговое обозначение;
- (3) Объем или вес нетто;
- (4) Номер партии, контроля или пачки;
- (5) Дата изготовления.

22.2 Информация о следующих мерах предосторожности (как минимум) должна быть разборчиво нанесена на все применяемые упаковки флюсов, включая индивидуальные применяемые единичные упаковки, заключенные в общую упаковку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

СОДЕРЖИТ ФТОРИДЫ. Защитите себя и окружающих. Прочтите и усвойте данную памятку.

ДЫМ И ГАЗЫ МОГУТ БЫТЬ ОПАСНЫ ДЛЯ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ. ВЫЗЫВАЮТ ОЖОГИ ПРИ ПОПАДАНИИ В ГЛАЗА И НА КОЖУ. ПРИ ПОПАДАНИИ ВНУТРЬ ОРГАНИЗМА МОГУТ ПРИВЕСТИ К ЛЕТАЛЬНОМУ ИСХОДУ.

- Перед применением прочтите, усвойте инструкции изготовителя и в дальнейшем следуйте этим инструкциям, сертификатам безопасности материалов (MSDS) и правилам техники безопасности, принятым на вашем предприятии.
- Не держите голову в потоке дыма.
- Используйте достаточную вентиляцию, вытяжку на рабочем месте или и то, и другое для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.

- Избегайте попадания флюса в глаза и на кожу.
- Не допускайте попадания флюса внутрь организма.
- Храните флюсы в местах, которые не доступны детям.
- См. Американский национальный стандарт Z49.1, *Сварка и резка. Техника безопасности*, издано американским обществом по сварке, American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, P.O. Box 351040, Miami, Florida 33135, и *Стандарты по технике безопасности и охране здоровья OSHA 29 CFR 1910*, имеющиеся в Правительственной типографии США, по адресу: U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.
- **Первая помощь:** При попадании флюса в глаза немедленно промойте чистой водой в течение, по крайней мере, 15 минут. При попадании флюса внутрь организма вызовите рвоту. Не вводите в рот потерявшего сознание человека никаких средств. Вызовите врача.

НЕ УДАЛЯЙТЕ ЭТУ ПАМЯТКУ

Приложение

Руководство по Техническим условиям AWS на флюсы для пайки твердым припоем и пайки-сварки

(Данное Приложение не является частью документа ANSI/AWS A5.31-92, *Флюсы для пайки твердым припоем и пайки-сварки. Технические условия*, а включено в него только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию флюсов с их предполагаемым применением, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. Там, где это может быть сделано, и где это может оказаться полезным, приводятся ссылки на основные металлы, присадочные металлы и процессы пайки. Такие ссылки призваны служить только примером, а не полным перечнем материалов и процессов, для которых пригоден каждый из флюсов для пайки твердым припоем.

A2. Система классификации

Система идентификации классов флюсов, принятая в данных технических условиях, основывается на трех факторах: применимый основной металл, применимый присадочный металл и диапазон температур активности флюса. Литеры FB в начале каждого классификационного обозначения означают «Флюс для пайки твердым припоем или пайки-сварки». Третий символ – это число, обозначающее группу применимых основных металлов. Четвертый символ – литера – обозначает изменение в форме и соответствующем составе в рамках более широкой классификации основного металла.

A3. Сертификация

Нанося обозначение технических условий AWS и классификации на упаковку изделия, поставщик (изготовитель) удостоверяет тот факт, что данный продукт удовлетворяет всем требованиям настоящих технических условий.

Единственным безоговорочным требованием в отношении испытаний при такой сертификации является действительное проведение изготовителем испытаний, требуемых техническими условиями, на материале, являющемся представительной выборкой того, который поставляется, и соответствие результатов испытаний представительной выборки материала требованиям технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая продукция данного класса, имеющая одинаковый состав и изготовленная по той же технологии. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала.

Испытания не обязательно проводить на конкретном материале поставки. Основой для сертификации, требуемой техническими условиями, является проведение классификационных испытаний на «представительной выборке материала», указанной выше.

A4. Вентиляция при пайке

A4.1 В процессе пайки паяльщикам, операторам машин для пайки и другому персоналу приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов:

- (1) Размеры помещения, где производится пайка (особое значение имеет высота потолка);
- (2) Число паяльщиков и операторов машин для пайки, работающих в одном помещении;
- (3) Скорость выделения дыма, газов или пыли в зависимости от применяемых материалов и технологий;
- (4) Степень удаленности паяльщиков, операторов машин для пайки и другого персонала от дыма, появляющегося в зоне пайки, и от газов и пыли в помещении, где они работают;
- (5) Вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится пайка.

A4.2 Американский национальный стандарт Z49.1, *Сварка и резка. Техника безопасности*, опубликованный Американским обществом сварщиков, подробно рассматривает вопросы вентиляции в процессе пайки и должен использоваться как справочный материал для получения конкретных сведений. Особое внимание уделяется разделу документа, посвященному вентиляции.

A5. Аспекты пайки

A5.1 Для успешного проведения пайки требуется, чтобы поверхности обрабатываемых деталей и присадочный металл не имели оксидов, налета или иных посторонних включений во время затекания присадочного металла для пайки в соединение. Начальным этапом любого процесса пайки является проведенная должным образом предварительная очистка; однако для поддержания этого условия в течение всей процедуры пайки требуется дополнительная защита и очистка. Для обеспечения чистоты и защиты от окисления могут быть использованы флюсы. Использование контролируемых сред, включая

вакуум, и активных раскисляющих элементов являются альтернативными способами обеспечения необходимой чистоты поверхности в ходе пайки.

A5.2 Флюсы для пайки являются смесями химических веществ, которые могут включать неорганические соли и слабые кислоты, выбранные благодаря их способности обеспечивать химическую очистку или защиту прилегающих поверхностей и присадочного металла в ходе пайки. Флюсы должны обладать этим защитным, очищающим и флюсующим действием при использовании с конкретными присадочными металлами в сочетании с другими параметрами пайки; такими как основной металл, процесс пайки, масса обрабатываемых деталей и способ применения флюса. Более подробную информацию см. в *Справочнике по пайке*, изданном Американским обществом по сварке.

A6. Описание и предполагаемое применение флюсов для пайки.

A6.1 FB1-A – это флюс для пайки в форме порошка, предназначенный для пайки алюминия и его поддающихся пайке сплавов с применением нагрева пламенем и пайки в печи. Он состоит в основном из фторидов и хлоридов некоторых щелочных металлов. Для разжижения может применяться вода или спирт.

A6.2 FB1-B – это флюс для пайки в форме порошка, предназначенный для пайки в печи алюминия и его поддающихся пайке сплавов. Нижний предел его диапазона температур активности несколько ниже, чем этот предел для класса FB1-A. Он состоит в основном из фторидов и хлоридов некоторых щелочных металлов. Для разжижения может применяться вода или спирт.

A6.3 FB1-C – это флюс для пайки в форме порошка, предназначенный для пайки алюминия и его поддающихся пайке сплавов методом погружения в соляную ванну. Нижний предел его диапазона температур активности намного ниже, чем этот предел для классов FB1-A и FB1-B. Он состоит в основном из фторидов и хлоридов некоторых щелочных металлов. Перед погружением паяной конструкции в соляную ванну следует убедиться в том, что во флюсе нет воды, или ее необходимо удалить.

A6.4 FB2-A – это флюс для пайки в форме порошка, предназначенный для пайки методом погружения в соляную ванну марганцевых сплавов, обозначение которых начинается на AZ. Он состоит в основном из фторидов и хлоридов некоторых щелочных металлов. Перед погружением паяной конструкции в соляную ванну следует убедиться в том, что во флюсе нет воды или ее необходимо удалить.

A6.5 FB3-A – это флюс для пайки общего назначения в форме пасты, предназначенный для применения в большинстве процессов пайки сталей, меди, медных сплавов, никеля и никелевых сплавов. Он не подходит для алюминиевой бронзы или других основных металлов, содержащих легирующие элементы, такие как алюминий, которые образуют тугоплавкие оксиды. Он состоит в основном из борной кислоты, боратов и сложных фтористых соединений. Для разжижения используется вода.

A6.6 FB3-C – это флюс для пайки в форме пасты, подобный флюсу FB3-A, за исключением того, что диапазон температур активности простирается до более

высокой температуры, и флюс может содержать элементарный бор. Для разжижения используется вода.

A6.7 FB3-D – это флюс для пайки в форме пасты, предназначенный для пайки с применением нагрева пламенем, пайки в печи и индукционной пайки сталей, никеля и его сплавов и карбидов с применением высокотемпературных присадочных металлов. Он состоит в основном из борной кислоты, боратов и сложных фтористых соединений. Может содержать элементарный бор. Для разжижения используется вода.

A6.8 FB3-E – это низкоактивный жидкий флюс для пайки, используемый при пайке с нагревом пламенем ювелирных изделий или расширения границ состояния среды при пайке в печи. Флюс обычно наносится путем погружения или путем использования полуавтоматического или автоматического оборудования для распыления. Флюс состоит из компонентов, аналогичных компонентам флюсов FB3-D.

A6.9 FB3-F – это флюс для пайки, подобный флюсу FB3-A, за исключением того, что в ходе изготовления в порошок не добавляется растворитель. В ходе применения в качестве разжижителя может использоваться вода.

A6.10 FB3-G – это флюс для пайки в форме шлама для использования в оборудовании автоматического распыления. Основные области применения данного флюса подобны областям применения флюса FB3-A. В качестве разжижителя может быть использована вода.

A6.11 FB3-H – это флюс для пайки в форме шлама для использования в оборудовании автоматического распыления. Основные области применения данного флюса подобны областям применения флюса FB3-C. Обычно флюс содержит сложные соединения бора и фтора, а также порошковый бор. В качестве разжижителя может быть использована вода.

A6.12 FB3-I – это флюс для пайки в форме шлама для использования в оборудовании автоматического распыления. Основные области применения данного флюса подобны областям применения флюса FB3-D. Обычно флюс содержит сложные соединения бора и фтора, а также порошковый бор. В качестве разжижителя может быть использована вода.

A6.13 FB3-J – это флюс для пайки в форме порошка для областей применения, подобных областям применения флюса FB3-D. Обычно флюс содержит сложные соединения бора и фтора, а также порошковый бор. В качестве разжижителя может быть использована вода.

A6.14 FB3-K – это жидкий флюс, используемый почти исключительно для пайки с нагревом пламенем. Горючий газ проходит через контейнер с жидким флюсом, увлекая флюс за собой. Флюс наносится пламенем там, где это необходимо, на основные металлы, такие как углеродистые стали, низколегированные стали, чугун, медь и медные сплавы, никель и никелевые сплавы, и благородные металлы. Флюс состоит в основном из жидких боратов.

A6.15 FB4-A – это флюс для пайки в форме пасты, предназначенный для пайки медных сплавов и других основных металлов, содержащих до 9 % алюминия, например, алюминиевая бронза. Он может также подойти для основных металлов, содержащих до 3% титана или

других металлов, которые образуют тугоплавкие оксиды.
Он состоит в основном из боратов,

сложных соединений фтора и сложных соединений хлора.
Для разжижения используется вода.

ЗАЩИТНЫЕ ГАЗЫ ДЛЯ СВАРКИ.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.32/SFA-5.32M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.32/A5.32M-97 (R2007). В случае споров применяется оригинальный текст AWS.)

A08

1. Область применения

Настоящие технические условия описывают требования к классификации защитных газов. Газы могут поставляться либо в газообразной, либо в жидкой форме, но когда они используются при сварке, защита всегда осуществляется газами в газообразной форме. Процессы дуговой сварки в среде защитного газа включают в себя (но не исчерпываются только этими процессами): ручную, полуавтоматическую, механизированную и автоматическую дуговую сварку вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW), дуговую сварку металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW), дуговую сварку электродом с сердечником из флюса (FCAW), электрогазовую сварку (EGW) и плазменно-дуговую сварку (PAW).

ЧАСТЬ А — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2. Нормативные документы

2.1 Стандарты ASTM¹ В обязательных секциях данного документа упоминаются следующие стандарты ASTM.

(a) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

(b) ASTM E 260, *Стандартная методика газовой хроматографии с использованием набивных колонок.*

2.2 Публикации Ассоциации по сжатым газам (CGA)². В обязательных частях данного документа упоминаются следующие стандарты CGA.

(a) G-4.3, *Технические условия на потребляемый материал. Кислород*

(b) G-5.3, *Технические условия на потребляемый материал. Водород*

(c) G-6.2, *Технические условия на потребляемый материал. Углекислый газ*

(d) G-9.1, *Технические условия на потребляемый материал. Гелий*

(e) G-10.1, *Технические условия на потребляемый материал. Азот*

(f) G-11.1, *Технические условия на потребляемый материал. Аргон*

(g) P-15, *Заполнение промышленных и медицинских невоспламеняющихся баллонов сжатого газа*

¹ Стандарты ASTM можно получить по адресу: ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

² Публикации CGA можно получить по адресу: Compressed Gas Association, Inc., 1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004, Arlington, VA 22202-4102.

3. Классификация

3.1 Защитные газы, охватываемые техническими условиями A5.32/A5.32M, классифицируются с использованием системы единиц, независимой от системы единиц, принятой в США и международной системы единиц измерения (СИ). Классификация базируется на химическом составе защитного газа, указанном в п.13.1.

3.2 Газы, отнесенные к одному классу, не должны быть классифицированы как подпадающие под какую-либо другую классификацию в рамках данных технических условий. Отдельные газы должны удовлетворять или превышать по своим характеристикам требования, указанные в таблице 1.1.

3.3 Газы, классифицируемые в соответствии с настоящими техническими условиями, предназначены для использования в процессах дуговой сварки в среде защитного газа, указанных в параграфе «Область применения». Это не запрещает их использования в любых других процессах, для которых они окажутся пригодными.

4. Приемка

Приемка³ газов пользователем должна производиться в соответствии с испытаниями и требованиями Частей В и С данных технических условий.

5. Сертификация

Помещая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке изделия, поставщик (изготовитель) удостоверяет соответствие изделия требованиям данных технических условий.⁴

6. Единицы измерения и правила округления

6.1 Данные технические условия используют единицы измерения, принятые в США и единицы измерения системы СИ. Значения в этих единицах измерения не являются эквивалентными; поэтому каждую систему следует использовать независимо от другой, никоим образом не сочетая значения, выраженные в двух этих системах. Технические условия, обозначенные как A5.32, используют систему единиц измерения, принятую в США. В Технических условиях, обозначенных как A5.32M, используются единицы СИ. Последние указаны в соответствующих колонках в таблицах и на рисунках, а в тексте помещены в квадратные скобки [].

³ Подробнее см. Секцию A3 (в Приложении).

⁴ Дополнительную информацию о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию, см. в Секции A4 (в Приложении).

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ТИПУ, ЧИСТОТЕ И ТОЧКЕ РОСЫ ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ ЗАЩИТНОГО ГАЗА

Газ	Классификация AWS	Состояние продукта	Минимальная чистота, %	Максимальное содержание влаги ⁽¹⁾ , промилле	Максимальное содержание влаги в точке росы при давлении в 1 атмосфере		Класс CGA
					°F	°C	
Аргон	SG-A	Газ	99,997	10,5	-76	-60	Тип I G-11.1 Марка C
		Жидкость	99,997	10,5	-76	-60	Тип II G-11.1 Марка C
Углекислый газ	SG-C	Газ	99,8	32	-60	-51	G-6.2 Марка H
		Жидкость	99,8	32	-60	-51	G-6.2 Марка H
Гелий	SG-He	Газ	99,995	15	-71	-57	Тип I G-9.1 Марка L
		Жидкость	99,995 ⁽²⁾	15	-71	-57	Тип II G-9.1 Марка L
Водород	SG-H	Газ	99,95	32	-60	-51	Тип I G-5.3 Марка B
		Жидкость	99,995 ⁽³⁾	32	-60	-51	Тип II G-5.3 Марка A
Азот	SG-N	Газ	99,9	32	-60	-51	Тип I G-10.1 Марка F
		Жидкость	99,998	4	-90	-68	Тип II G-10.1 Марка L
Кислород	SG-O	Газ	99,5	Не применяется	-54	-48	Тип I G-4.3 Марка B
		Жидкость	99,5	Не применяется	-82	-63	Тип II G-4.3 Марка B

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) Значения содержания влаги гарантируются при полном давлении в баллоне, при котором проводился анализ баллона.

(2) Включая неон.

(3) Включая гелий.

6.2 В целях определения соответствия данным техническим условиям, величины должны округляться до ближайшего значения в соответствии с методикой округления ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям.*

ЧАСТЬ В — ИСПЫТАНИЯ, МЕТОДИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

7. Обзор испытаний

Химический анализ защитного газа является единственным испытанием, требуемым для классификации продукта согласно настоящим техническим условиям. Требуемые для каждого отдельного газа испытания приведены в таблице 2. Целью этих испытаний является определение чистоты и точки росы защитного газа.

8. Повторные испытания

Если какой-либо из газов не соответствует требованиям, испытание должно быть повторено дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны удовлетворять требованиям настоящих технических условий.

Если результаты одного или обоих повторных испытаний не удовлетворяют установленным требованиям, испытываемый газ признается не удовлетворяющим требованиям настоящих технических условий для данного класса.

ТАБЛИЦА 2
ИСПЫТАНИЯ, ТРЕБУЕМЫЕ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ

	Чистота газа	Точка росы	Состав смеси
Отдельный газ	Треб.	Треб.	Не применяется
Газ, состоящий из многих компонентов	Треб. ⁽¹⁾	Треб. ⁽²⁾	Треб. ⁽³⁾
Специальная газовая смесь ⁽⁴⁾	Треб.	Треб.	Не требуется

ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Каждый газ или смесь из нескольких компонентов должны пройти испытания и удовлетворять требованиям к чистоте этого конкретного газа (см. Секцию 9 и таблицу 1).
- (2) Газовая смесь, состоящая из нескольких компонентов, должна удовлетворять требованиям к точке росы, не превышающим наивысшую точку росы отдельных газов, входящих в смесь (см. Секцию 10 и таблицу 1).
- (3) Отдельные заполненные баллоны или один баллон от каждой группы коллекторов заполнения должен пройти испытания и соответствовать требованиям Части В, Испытания, методики и требования для состава смеси.
- (4) Эти газы классифицируются как SG-B-G

В случае, если при подготовке испытательных образцов или при проведении испытаний не были выдержаны соответствующие методики, испытание следует признать недействительным, вне зависимости от того, было ли испытание фактически завершено или от того, удовлетворяют или нет результаты испытания установленному требованию. В этом случае требование о необходимости проведения двух повторных испытаний образца газа не применяется.

9. Химический анализ

Образцы газа (ов) для химического анализа должны быть взяты из отдельного баллона, сосуда или из выходной горловины источника газа. Образец следует анализировать приемлемыми методами. Результаты химического анализа конкретного газа (ов) должны соответствовать требованиям Таблицы 1 для анализируемого газа. Арбитражным методом для химического анализа газов должен быть метод, изложенный в документе ASTM E 260, *Стандартная методика газовой хроматографии с использованием набивных колонок*. Если выполняется анализ смешанных газов, объемное процентное содержание неосновных компонентов должно находиться в пределах ± 10 процентов от номинального процентного содержания неосновного компонента для данного класса. См. примеры в п.п. 13.1 и 13.3.

10. Определение точки росы

Образцы газов для анализа точки росы должны быть взяты из отдельного баллона, сосуда или из выходной горловины источника газа. Может быть использован любой стандартный способ измерения точки росы. Точка росы может быть выражена в градусах $^{\circ}\text{F}$ при давлении в одну атмосферу (14,7 фунт/кв. дюйм), $^{\circ}\text{C}$ при давлении 760 мм ртутного столба или в промилле. Для преобразования результатов измерений точки росы в или из $^{\circ}\text{F}$, $^{\circ}\text{C}$ или промилле, можно воспользоваться переводной таблицей для точки росы, см. Таблицу 3. Результаты испытания по определению точки росы должны удовлетворять или превосходить требования Таблицы 1 для анализируемых газов.

ЧАСТЬ С — ИЗГОТОВЛЕНИЕ, УПАКОВКА И МАРКИРОВКА

11. Способ изготовления

Защитные газы, классифицируемые согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, который обеспечит получение газа или смесей газов, отвечающих требованиям данных технических условий.

11.1 Остаточные газы в баллонах. Все контейнеры для газов должны быть либо опорожнены, либо, если они не опорожнены, должен быть проведен химический анализ состава остаточных газов и чистоты перед их заполнением.⁵

12. Упаковка

Газы и газовые смеси должны быть упакованы в соответствии с правилами Департамента транспорта (DOT), установленными для перевозки и хранения в нормальных условиях.⁶ Размеры баллонов должны быть согласованы между покупателем и поставщиком. Баллоны должны быть маркированы в соответствии с Секциями 13 и 14.

⁵ Документ CGA P-15, Заполнение промышленных и медицинских невоспламеняющихся баллонов сжатого газа, можно получить в Ассоциации по сжатым газам по адресу: Compressed Gas Association, Inc., 1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004, Arlington, VA 22202-4102

⁶ Правила DOT можно получить в Департаменте транспорта по адресу: NASSIF Building, 400 7th Street S.W., Washington, DC 20590.

13. Идентификация

13.1 Отдельные газовые компоненты идентифицируются следующими шифрами:

- A - Аргон
- C - Углекислый газ
- He - Гелий
- H - Водород
- N - Азот
- O - Кислород

Система классификации основывается на объемном содержании, выраженном в процентах. Классификационные обозначения остаются одними и теми же в системе единиц, принятой в США и системе единиц СИ. Система классификации защитного газа складывается из следующей комбинации обозначения и числа:

(a) SG — Обозначение защитного газа. Литеры SG в начале каждого классификационного обозначения идентифицируют продукт как защитный газ. После этих литер следует дефис.

(b) SG-B — Обозначение основного газа. Защитные газы классифицируются в соответствии с химическим составом. Литера, стоящая непосредственно справа после SG-указывает отдельный или основной газ в составе защитного газа или смеси (см. Рис. 1).

(c) SG-B XYZ — Обозначения неосновных газовых компонентов. Литера (ы), непосредственно следующие за основным газом, представляют собой индикаторы неосновных отдельных газов в порядке убывания их процентного содержания. После этих литер следует дефис.

(d) SG-B XYZ-%/%/% — Обозначения процентного содержания. Для того чтобы разделить цифры, указывающие процентные соотношения отдельных неосновных компонентов, следует использовать косую черту, если смесь состоит из двух или более компонентов. См. Рис. 2 и Таблицу 4. Указанное обозначение процентного содержания не обязательно должно присутствовать в маркировке контейнера

(e) S-B-G — Специальная газовая смесь. Защитные газы могут быть классифицированы как специальные и имеют обозначение "G". Основной газ должен быть идентифицирован. Неосновные газы не обязательно должны быть указаны, но должны быть отражены в п.13.1 или представлены обозначением «X». Процентное содержание каждого компонента должно быть согласовано между покупателем и поставщиком. См. Рис. 3. Обозначение «X» должно использоваться тогда, когда компонент газовой смеси не входит в число шести указанных основных газов. Газ, обозначенный «X», должен быть указан в скобках после литеры «G» См. рис. 4.

Классификации AWS для типовых газовых смесей показаны в Таблице 4.

13.2 Как указано в Секции 9 настоящих технических условий, если смешанные газы классифицируются в соответствии с данными техническими условиями, процентное соотношение неосновных компонентов должно иметь допуск $\pm 10\%$ по отношению к процентному соотношению компонента. Для того чтобы рассчитать диапазон процентного соотношения неосновного компонента, умножьте процентное содержание неосновного компонента на 0,10, чтобы получить значение допуска $\pm$.

ТАБЛИЦА 3
ПЕРЕВОДНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ТОЧКИ РОСЫ

(1 Атмосфера) (70 °F при 14.7 фунтов дюйм /21 °C при 760 mm [Hg])								
Точка росы			Точка росы			Точка росы		
°F	°C	промилле	°F	°C	промилле	°F	°C	промилле
-130	-90,0	0,1	-73	-58,3	13,3	-38	-38,9	144
-120	-84,4	0,25	-72	-57,8	14,3	-37	-38,3	153
-110	-78,9	0,63	-71	-57,2	15,4	-36	-37,8	164
-105	-76,1	1,00	-70	-56,7	16,6	-35	-37,2	174
-104	-75,6	1,08	-69	-56,1	17,9	-34	-36,7	185
-103	-75,0	1,18	-68	-55,6	19,2	-33	-36,1	196
-102	-74,4	1,29	-67	-55,0	20,6	-32	-35,6	210
-101	-73,9	1,40	-66	-54,4	22,1	-31	-35,0	222
-100	-73,3	1,53	-65	-53,9	23,6	-30	-34,4	235
-99	-72,8	1,66	-64	-53,3	25,6	-29	-33,9	250
-98	-72,2	1,81	-63	-52,8	27,5	-28	-33,3	265
-97	-71,7	1,96	-62	-52,2	29,4	-27	-32,8	283
-96	-71,1	2,15	-61	-51,7	31,7	-26	-32,2	300
-95	-70,6	2,35	-60	-51,1	34,0	-25	-31,7	317
-94	-70,0	2,54	-59	-50,6	36,5	-24	-31,1	338
-93	-69,4	2,76	-58	-50,0	39,0	-23	-30,6	358
-92	-68,9	3,00	-57	-49,4	41,8	-22	-30,0	378
-91	-68,3	3,28	-56	-48,9	44,6	-21	-29,4	400
-90	-67,8	3,53	-55	-48,3	48,0	-20	-28,9	422
-89	-67,2	3,84	-54	-47,8	51	-19	-28,3	448
-88	-66,7	4,15	-53	-47,2	55	-18	-27,8	475
-87	-66,1	4,50	-52	-46,7	59	-17	-27,2	500
-86	-65,6	4,78	-51	-46,1	62	-16	-26,7	530
-85	-65,0	5,3	-50	-45,6	67	-15	-26,1	560
-84	-64,4	5,7	-49	-45,0	72	-14	-25,6	590
-83	-63,9	6,2	-48	-44,4	76	-13	-25,0	630
-82	-63,3	6,6	-47	-43,9	82	-12	-24,4	660
-81	-62,8	7,2	-46	-43,3	87	-11	-23,9	700
-80	-62,2	7,8	-45	-42,8	92	-10	-23,3	740
-79	-61,7	8,4	-44	-42,2	98	-9	-22,8	780
-78	-61,1	9,1	-43	-41,7	105	-8	-22,2	820
-77	-60,6	9,8	-42	-41,1	113	-7	-21,7	870
-76	-60,0	10,5	-41	-40,6	119	-6	-21,1	920
-75	-59,4	11,4	-40	-40,0	128	-5	-20,6	970
-74	-58,9	12,3	-39	-39,4	136	-4	-20,0	1020

ТАБЛИЦА 4
КЛАССИФИКАЦИЯ AWS ДЛЯ ТИПОВЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

Классификация AWS	Типовые газовые смеси, %	Газ
SG-AC-25	75/25	Аргон + Углекислый газ
SG-AO-2	98/2	Аргон + Кислород
SG-AHe-10	90/10	Аргон + Гелий
SG-AH-5	95/5	Аргон + Водород
SG-HeA-25	75/25	Гелий + Аргон
SG-HeAC-7,5/2,5	90/7,5/2,5	Гелий + Аргон + Углекислый газ
SG-ACO-8/2	90/8/2	Аргон + Углекислый газ + Кислород
SG-A-G	Специальная	Аргон + Смесь

Пример:

Ar – 25 % CO₂ SG-AC-25

$$25 \times 0,1 = 2,5$$

$$25 - 2,5 = 22,5$$

$$25 + 2,5 = 27,5$$

Ar с содержанием CO₂ от 22,5 % до 27,5 %

Ar – 2 % O₂ SG-AO-2

$$2 \times 0,1 = 0,2$$

$$2 - 0,2 = 1,8$$

$$2 + 0,2 = 2,2$$

Ar с содержанием O₂ от 1,8 % до 2,2 %

14. Маркировка баллонов высокого давления, контейнеров для хранения жидкостей и сосудов большой емкости

14.1 Все баллоны и контейнеры должны быть маркированы в соответствии с правилами DOT, кроме этого, следующая информация должна быть разборчиво нанесена или приложена к каждому баллону:

- Номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить);
- Наименование поставщика и торговое обозначение продукта (наименование газа);
- Утвержденная предупредительная этикетка DOT.

14.2 Следующий далее пример указывает минимальное требование к маркировке, которое должно быть выполнено, чтобы продукт соответствовал настоящим техническим условиям.

Продукт соответствует техническим условиям AWS A5.32, классифицирован как SG-AC-25.

РИС. 1 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ОТДЕЛЬНОГО ГАЗА

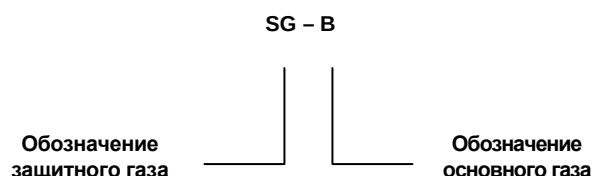


РИС. 2 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ СМЕСЕЙ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ КОМПОНЕНТОВ

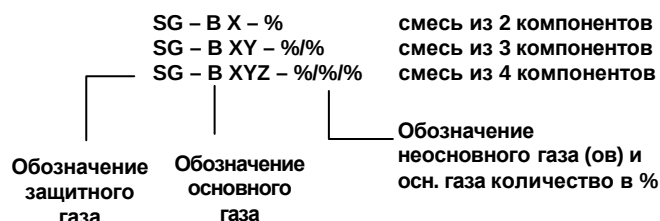


РИС. 3 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ

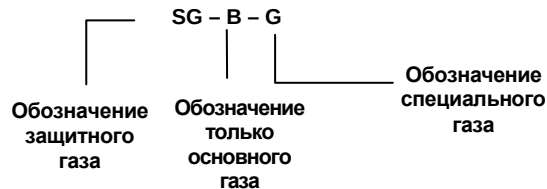


РИС. 4 СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ИМЕЮЩИХ В ОБОЗНАЧЕНИИ ЭЛЕМЕНТ «X»



ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ:

Если в классификации используется обозначение «X», обозначение газа, представленное как «X», должно быть заключено в скобки и следовать после литеры «G».

Приложение

Руководство к техническим условиям AWS на защитные газы для сварки

A08 (Данное приложение не является частью технических условий ANSI/AWS A5.32/A5.32M-97 (R2007), *Защитные газы для сварки. Технические условия*, а включено только для информации.)

A1. Введение

Данное руководство имеет целью связать классификацию защитных газов с их предполагаемым использованием, чтобы обеспечить эффективное использование технических условий. Везде, где это возможно и где это может оказаться полезным, имеются ссылки на соответствующие сварочные процессы. Такие ссылки призваны служить только примерами, а не полным перечнем сварочных процессов, для которых пригоден каждый из защитных газов.

A2. Система классификации

A2.1 Используемая в данных технических условиях система классификации защитных газов соответствует стандартной схеме, применяемой в других технических условиях AWS для присадочных металлов. Литера SG в начале каждого обозначения класса обозначает защитный газ. Литера, стоящая непосредственно справа после SG-указывает на отдельный или основной газ в составе смеси защитного газа.

Для смесей защитных газов литеры в обозначении, следующие непосредственно после обозначения основного газа, указывают на отдельные компоненты неосновных газов в порядке убывания их процентного содержания. После этих литер следует дефис и номинальное общее числовое значение объемного процентного содержания каждого из неосновных газов. Если имеется более одного компонента неосновного газа, каждое числовое значение в порядке убывания отделяется косой чертой (/).

A2.2 Класс «G»

A2.2.1 Данные технические условия включают в себя защитные газы, классифицированные как SG-B-G. Последняя литера «G» показывает, что защитный газ относится к «Общему» классу. Он называется «Общий», потому что выполняются не все из отдельных требований, определенных для каждого другого класса. Цель введения этого класса заключается в том, чтобы обеспечить способ, с помощью которого защитные газы, которые отличаются, например, по химическому составу, от других классов и не соответствуют химическому составу, указанному для какого-либо класса, определенного в данном документе, тем не менее, могут быть классифицированы. Это сделано для того, чтобы можно было классифицировать полезный защитный газ немедленно в соответствии с существующим документом, не дожидаясь его пересмотра. Это означает,

что два защитных газа, принадлежащих к одному классу «G», могут значительно различаться по некоторым параметрам, например, по химическому составу.

A2.2.2 Аспект, по которому отличаются (хотя не обязательно величина этого отличия) защитный газ класса «G» и защитный газ подобного класса без литеры «G» (а фактически, даже и с ней) будет ясно виден из использования формулировок «не требуется» и «не оговорено» в данных технических условиях. Использование данных формулировок предполагает следующее:

(a) Формулировка «не оговорено» используется в тех разделах технических условий, которые относятся к результатам какого-либо конкретного испытания. Эта формулировка указывает на то, что требования для этого испытания не определены для данного класса.

(b) Формулировка «не требуется» используется в тех разделах данных технических условий, которые относятся к испытаниям, необходимым для классификации защитного газа. Это означает, что такое испытание не требуется, поскольку требования к испытанию (к результатам) для данного класса не были установлены.

Иными словами, если требование не оговорено, нет необходимости проводить соответствующее испытание, чтобы отнести защитный газ к данному классу. Если покупатель желает получить информацию о результатах такого испытания, чтобы рассмотреть возможность применения конкретного продукта данного класса, то ему необходимо обратиться за такой информацией к поставщику продукта. Покупатель должен также оговорить с поставщиком конкретную методику испытания и приемочные требования для этого испытания. Покупатель должен указать эту информацию в заказе на покупку.

A2.2.3 Запрос о введении нового класса защитного газа

A2.2.3.1 Если защитный газ невозможно отнести ни к одному классу, кроме класса «G», изготовитель вправе потребовать введения для данного защитного газа нового класса. Изготовитель может сделать это, следуя процедуре, описанной ниже. Когда изготовитель решает использовать класс «G», Комитет по присадочным металлам рекомендует изготовителю все же запросить введение класса для этого защитного газа, в случае, если этот защитный газ имеет коммерческое значение.

A2.2.3.2 Запрос на введение нового класса защитного газа должен быть подан в письменной форме и должен содержать достаточное количество подробностей, чтобы Комитет или Подкомитет по присадочным металлам могли определить, является ли целесообразным введение нового класса или следует модифицировать существующую классификацию, и является ли любое из этих решений необходимым для того, чтобы удовлетворить потребность. В запросе должны быть указаны переменные и их пределы для подобной классификации или модификации. В запросе должен быть указан срок, к которому должен быть определен новый класс или модификация.

A2.2.3.3 Запрос посылается в секретариат Комитета по присадочным металлам, находящийся в головном офисе AWS. По получении запроса, секретариат предпримет следующие шаги:

(a) Присваивает запросу идентификационный номер. Этот номер должен включать в себя дату получения запроса.

(b) Подтверждает получение запроса и передает идентификационный номер лицу, сделавшему запрос.

(c) Направляет копию запроса Председателю Комитета по присадочным металлам и сопутствующим материалам и Председателю конкретного подкомитета, занимающегося данным вопросом.

(d) Подшивает оригинал запроса в архив.

(e) Вносит запрос в журнал учета запросов, находящихся в работе.

A2.2.3.4 Все необходимые действия по каждому запросу будут произведены по мере возможности. В случае задержки более чем на 12 месяцев, секретарь должен уведомить запрашивающую сторону о состоянии запроса, одновременно предоставив копию отчета председателю Комитета и Подкомитета. Запросы, находящиеся в процессе выполнения по истечении 18 месяцев, считаются невыполненными вовремя, и секретарь докладывает о них председателю Комитета по присадочным металлам для принятия на контроль.

A2.2.3.5 Секретарь прилагает копию списка всех имеющихся запросов и всех выполненных запросов за последний год к повестке дня для каждого заседания Комитета по присадочным металлам. Любая другая публикация выполненных запросов оставляется на усмотрение Американского общества по сварке.

A3. Приемка

Приемка всех защитных газов, классифицированных в рамках данных технических условий, выполняется в соответствии с испытаниями и требованиями Частей В и С данных технических условий. Любые испытания газов, поставленных в соответствии с данными техническими условиями, требуемые покупателем от поставщика, должны быть четко указаны в заказе на покупку. В случае отсутствия каких-либо указаний такого рода в заказе на покупку, поставщик может отправить газы, прошедшие любые испытания, которые обыкновенно проводятся поставщиком для газов данного класса. В таких случаях приемка отгруженного материала будет проводиться в соответствии с этими требованиями.

A4. Сертификация

Нанося обозначение технических условий AWS и классификации на упаковку продукта, поставщик (изготовитель) удостоверяет тот факт, что данный продукт удовлетворяет всем требованиям настоящих технических условий.

Единственным безоговорочным требованием данного свидетельства является то, что изготовитель действительно провел испытания, требуемые техническими условиями, на представительной выборке поставляемого материала, и этот материал отвечает требованиям технических условий. «Сертификация» не предполагает, что испытания непременно были проведены на образцах конкретного поставленного материала. Испытания не обязательно проводить на конкретном материале поставки. Основой для сертификации, требуемой техническими условиями, является классификационное испытание, проводимое на вышеупомянутой «представительной выборке», и «Система обеспечения качества производителя» в соответствии с документом ANSI/AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.⁷

A5. Вентиляция при сварке

A5.1 В процессе сварки сварщикам и операторам сварочных аппаратов приходится работать в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов. К этим факторам относятся:

(a) Размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка).

(b) Число сварщиков и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении.

(c) Скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при сварке материалов и технологий.

(d) Степень удаленности сварщиков или операторов сварочных аппаратов от дыма, появляющегося в сварочной зоне, и от газов и пыли в помещении, где работают сварщики или операторы сварочных аппаратов.

(e) Вентиляция, обеспеченная в помещении, где проводится сварка.

A5.2 В Американском национальном стандарте ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах* (который опубликован Американским обществом по сварке), рассматриваются вопросы вентиляции, которая требуется при выполнении сварочных работ. Для выяснения подробностей по этому вопросу следует обратиться к документу Z49.1. Особое внимание следует обратить на разделы «Охрана здоровья и вентиляция».

A6. Аспекты сварочных работ

Свойства газов оказывают влияние на выполнение всех сварочных процессов дуговой сварки. Ионизирующий потенциал защитного газа влияет на то, насколько легко загорается электрическая дуга, и на ее стабильность. Теплопроводность газа определяет напряжение и энергетическую постоянную дуги. Газы, такие как

⁷ Стандарты AWS можно получить в Американском обществе по сварке по адресу: 550 N.W. LeJeune Rd., Miami, FL 33126.

углекислый газ, могут иметь более высокую теплопроводность, чем гелий, при температурах дуги, ввиду эффектов диссоциации и рекомбинации.

Химически активные и окисляющие газы, такие как углекислый газ (CO_2) и кислород (O_2), могут оказывать различное влияние на основные металлы, такие как алюминий, никель, титан, цирконий и вольфрам. По этой причине углекислый газ или кислород не могут быть использованы в качестве защитного газа для дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа.

Правильный выбор газа является ключевым фактором для эффективного выполнения сварки наиболее экономичным способом. Следует учесть множество факторов. Они не ограничиваются лишь теми, что перечислены ниже:

- (a) Тип и толщина свариваемого основного металла
- (b) Характеристики дуги
- (c) Перенос металла (через дугу)
- (d) Скорость перемещения сварки
- (e) Глубина и ширина проплавления
- (f) Стоимость сварки
- (g) Механические свойства
- (h) Зазор между кромками
- (i) Чистота основного металла
- (j) Разбрызгивание
- (k) Очистка при дуговой сварке
- (l) Чистота газа
- (m) Конфигурация соединения
- (n) Позиция сварки
- (o) Образование дыма

A7. Описание и предполагаемое применение защитных газов

A7.1 Отдельные газы. Все отдельные газы, описанные в данных технических условиях, могут быть приобретены либо в жидком агрегатном состоянии, либо в газообразном. Если газ поставляется в жидком агрегатном состоянии, он должен быть превращен в газ перед подачей на сварочный участок.

A7.1.1 SG-A (Аргон). Аргон является химически инертным газом, который используется как в качестве отдельного газа, так и в сочетании с другими газами, чтобы добиться требуемых характеристик дуги при сварке, как черных, так и цветных металлов. Почти во всех процессах дуговой сварки можно использовать аргон или смеси, содержащие аргон, чтобы добиться хорошей свариваемости, механических свойств, характеристик дуги и производительности. Аргон используется для сварки цветных металлов, таких как алюминий, никель, медь, магниевые сплавы и химически активные металлы, которые включают в себя цирконий и титан. Низкий ионизирующий потенциал аргона создает отличные условия с точки зрения проводимости электрического тока и обеспечивает высокую стабильность дуги. В процессе дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW) аргон позволяет получить столб сжатой дуги при высокой плотности тока, которая вызывает концентрацию энергии дуги на маленьком центральном участке сварочной ванны. В результате получается глубокий профиль проплавления, который может иметь отчетливую пальцевидную форму. Аргон также используется для односторонней сварки со сквозным проплавлением с использованием или без использования плавких вставок.

A7.1.2 SG-C (Углекислый газ). Углекислый газ – это химически активный газ, используемый в основном, для дуговой сварки металлическим электродом в среде

защитного газа (GMAW) и дуговой сварки электродом с сердечником из флюса (FCAW). Тепло дуги вызывает диссоциацию углекислого газа, в результате чего образуются угарный газ и свободный кислород. Этот кислород вступает в соединение с элементами, переносимыми через дугу, образуя оксиды, которые выделяются из сварочной ванны в виде шлака и окалина. Несмотря на то, что углекислый газ является химически активным газом и обладает окисляющим эффектом, бездефектные швы и приемлемые механические свойства могут быть получены в случае многих, но не всех металлов и сплавов. В некоторых случаях необходим электрод с повышенным количеством раскисляющих элементов, чтобы компенсировать химическую активность этого газа. Углекислый газ может быть использован в процессе GMAW сплошным электродом с применением короткого замыкания и крупнокапельного переноса и в процессе FCAW сварки углеродистых и нержавеющей сталей. Углекислый газ не может быть использован для струйного переноса в процессе GMAW.

Популярность углекислого газа обусловлена его общедоступностью, а также его низкой стоимостью на единицу объема. Низкая стоимость на единицу объема газа не означает автоматически низкой стоимости фута наплавленного сварного шва и сильно зависит от конкретного применения сварки. Окончательная стоимость сварного шва с применением углекислого газа в качестве защитного зависит от контура валика сварного шва, разбрызгивания электрода и устранения разбрызгивания. Менее высокая эффективность углекислого газа при наплавлении шва, вызванная образованием дыма и потерь на разбрызгивание, оказывает влияние на окончательную стоимость сварного шва.

Часто аргон смешивается с углекислым газом для улучшения эксплуатационных характеристик. Если необходимо максимизировать механические свойства, часто рекомендуется использовать смесь аргона и углекислого газа.

A7.1.3 SG-N (Азот). Защитные газы, содержащие азот, не рекомендуется использовать для сварки углеродистой стали. При высоких температурах азот вступает в реакцию с другими элементами, поэтому его не рекомендуется использовать в качестве основного газа, но он используется в сочетании с другими газами в некоторых случаях. Азот часто используется в качестве газа, защищающего основание сварного шва от загрязнений, имеющихся в атмосфере. Защита азотом основания швов нержавеющей стали может создать проблемы в тех случаях, когда критическим является контроль содержания феррита. Повышенное содержание азота в сварном шве может снизить уровень феррита. Применяются небольшие добавки ($\leq 3\%$) азота в сочетании с аргоном в случаях сварки двухфазной нержавеющей стали методами дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (GMA) и дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTA).

A7.1.4 SG-He (Гелий). Гелий, химически инертный газ, используется в случае сварных швов, требующих более высоких значений погонной энергии. Гелий может улучшать смачивающее действие, глубину проплавления и скорости перемещения сварки. Он не приводит к образованию стабильной дуги, как аргон. Гелий имеет более высокую теплопроводность и более широкий столб дуги, по сравнению с аргоном. Более высокий градиент напряжения повышает погонную энергию по сравнению со случаем использования аргона, что ведет к повышению текучести сварочной ванны и лучшему смачивающему действию. Это является преимуществом при выполнении сварки сплавов на основе алюминия, магния и меди. При применении технологии GMAW, 100-% гелий позволяет получить только крупнокапельный перенос. Процентное

содержание аргона должно быть, по крайней мере, 20 % при смешивании с гелием, чтобы получить и поддерживать стабильный струйный перенос.

A7.1.5 SG-0 (Кислород). Кислород никогда не используется в качестве основного компонента защитного газа. Он может быть использован в качестве неосновного компонента.

A7.1.6 SG-H (Водород). Водород (H₂) является химически активным газом и наиболее часто применяется в небольших процентных соотношениях (от 1 до 35 %) в качестве неосновного компонента в газовой смеси (см. Секцию A8, Общие положения по технике безопасности).

A7.2 Бинарные смеси защитных газов

A7.2.1 SG-AO (Смеси аргон + кислород). Добавление кислорода к аргону при применении процесса сварки GMAW улучшает характеристики дуги и повышает текучесть сварочной ванны вследствие снижения поверхностного натяжения металла сварного шва. Кислород является химически активным газом, который усиливает образование плазмы дуги, повышая погонную энергию, скорость перемещения сварки, глубину проплавления и смачивание. В случае применения процесса GMAW, добавление небольших количеств (от 1 до 8 %) кислорода к аргону стабилизирует сварочную дугу, повышает скорость образования каплей присадочного металла, снижает переходной ток дуги со струйным переносом металла и оказывает влияние на профиль валика сварного шва. Сварочная ванна оказывается более текучей, что позволяет улучшить смачивание валика сварного шва. Кислород не используется при выполнении дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW), ввиду его отрицательного воздействия на вольфрамовый электрод.

A7.2.1.1 SG-AO-1 (Ar + 1 % O₂). Эта смесь в основном используется для струйного переноса при сварке нержавеющей стали. Одного процента кислорода обычно достаточно для стабилизации дуги, повышения скорости образования каплей и обеспечения хорошей текучести сварочной ванны.

A7.2.1.2 SG-AO-2 (Ar + 2 % O₂). Эта смесь используется для дуговой сварки со струйным переносом металла при сварке углеродистых сталей, низколегированных сталей и нержавеющей стали. Она обеспечивает дополнительное смачивающее действие по сравнению с SG-AO-1. Механические свойства сварного шва и коррозионная стойкость (в случае нержавеющей стали) сварных швов, выполненных с помощью защитных газов SG-AO-2 и SG-AO-1, сравнимы друг с другом.

A7.2.1.3 SG-AO-5 (Ar + 5 % O₂). Эта смесь обеспечивает более текучую, но контролируемую сварную ванну. Это наиболее широко используемая смесь аргона и кислорода, используемая, в общем случае, для сварки углеродистых сталей. Дополнительный кислород позволяет получить более высокие скорости перемещения сварки в некоторых случаях сварных швов.

A7.2.1.4 SG-AO-8 (Ar + 8 % O₂). Эта смесь обеспечивает дополнительную глубину проплавления, по сравнению с SG-AO-5. Следует использовать несколько меньшее напряжение дуги или более высокую скорость подачи проволоки. Более высокая текучесть сварочной ванны и меньший переходной ток струйного переноса при использовании этой смеси являются преимуществами в некоторых случаях. Эта смесь может быть использована в режимах переноса с помощью короткого замыкания и струйном. Следует ожидать более высокого окисления металла сварного шва с повышенным уровнем потери марганца и кремния.

A7.2.2 SG-AC (Смеси аргон + углекислый газ). Добавление углекислого газа к аргону может позволить

получить широкий спектр характеристик сварки – от струйного переноса с высоким значением силы тока до переноса с помощью короткого замыкания с низким значением силы тока.

Диссоциация углекислого газа в дуге обеспечивает кислород для улучшения смачивания и стабилизации дуги. Высокая теплопроводность углекислого газа способствует повышению ширины проплавления по сравнению со смесями SG-AO.

При использовании процесса GMAW со сплошной проволокой из углеродистой стали, смеси SG-AC, содержащие более 20 % углекислого газа, не поддерживают струйный перенос.

A7.2.2.1 SG-AC-1 по 10 (Ar + 1 – 10 % CO₂). Смеси в этом диапазоне могут обеспечивать все режимы переноса металла, пригодные при сваривании сталей различной толщины. При использовании SG-AC увеличивается глубина проплавления, а пористость может быть снижена, по сравнению с SG-AO.

При применении смесей с содержанием углекислого газа в диапазоне от 5 до 10 %, столб дуги становится более сжатым. Эти смеси эффективны при использовании с материалами, имеющими прокатную окалину. SG-AC-5 обычно используется при сварке методом GMAW низколегированных сталей с высоким содержанием кремния.

A7.2.2.2 SG-AC-11 по 20 (Ar + 11 – 20 % CO₂). Смеси в этом диапазоне используются в различных приложениях сварки GMAW и FCAW. Большинство из них относятся к сварке углеродистых и низколегированных сталей. Смешивая аргон и углекислый газ в этом диапазоне, можно получить максимальную производительность на тонких материалах. Меньшее процентное содержание углекислого газа повышает эффективность наплавления, снижая потери на разбрызгивание.

A7.2.2.3 SG-AC-21 по 49 (Ar + 21 – 49 % CO₂). Смеси в этом диапазоне используются в режиме GMAW с коротким замыканием и для дуговой сварки электродом с сердечником из флюса во всех позициях.

SG-AC-25 широко используется в качестве замены чистого углекислого газа. Эти смеси хорошо работают на легких материалах при низких токах, а при высоких токах – на тяжелых материалах, обеспечивая хорошую стабильность дуги, контроль сварочной ванны, форму наплавленного валика сварного шва и высокую производительность.

A7.2.2.4 SG-AC-50 (Ar + 50 % CO₂). Эта смесь (не поддерживается при полном давлении баллона, потому что при полном давлении происходит сжижение CO₂) используется в тех случаях, когда требуются повышенная погонная энергия и глубина проплавления. Рекомендуемая толщина материала, минимум, 1/8 дюйма [3 мм] при крупнокапельном режиме переноса металла. Эта смесь является удовлетворительной при сварке труб с помощью режима переноса металла с использованием короткого замыкания. Основными преимуществами для применения этой смеси при сварке труб являются хорошее смачивание и форма наплавленного валика сварного шва без чрезмерной текучести сварочной ванны. Если имеет место сварка с высокими уровнями силы тока, перенос металла более похож на тот, что имеет место при сварке с использованием чистого углекислого газа, чем на тот, что происходит

в других ранее описанных случаях аргоновых смесей, но может быть получено некоторое снижение потерь на разбрызгивание, благодаря добавлению аргона.

A7.2.3 Газы SG-AHe (смеси аргон + гелий). Эти смеси часто рекомендуются использовать для сварки

алюминия методами GMA и GTA, когда требуется повышенная ширина проплавления и первостепенную важность имеет форма наплавленного валика сварного шва. Вообще говоря, чем тяжелее материал, тем выше процентное содержание гелия. Малые процентные содержания гелия, порядка 10 %, оказывают влияние на дугу. В случае GMAW, при увеличении процентного содержания гелия напряжение дуги и глубина проплавления будут увеличиваться, а пористость будет уменьшаться.

A7.2.3.1 SG-AHe- 10 по 50 (Ar + 10 – 50 % He). Эти смеси используются для сварки цветных основных металлов. Смеси в этом диапазоне обеспечивают повышение погонной энергии и скорости перемещения сварки при улучшенной форме наплавленного валика сварного шва.

A7.2.4 SG-HeA (смеси гелий + аргон). Смеси гелия и аргона используются, главным образом, для сварки методами GMA и GTA цветных основных металлов, таких как химически активные металлы, алюминий, медь, никель, магний и их сплавы. Они также используются для сварки некоторых углеродистых сталей. Эти смеси используются для сварки более толстых образцов основных металлов. Добавление аргона к основному газу – гелию – повышает погонную энергию и улучшает характеристики возбуждения дуги. С возрастанием процентного содержания аргона напряжение дуги, разбрызгивание и отношение глубины к ширине сварного шва будут увеличиваться. В случае GMAW, содержание аргона должно быть, по крайней мере, 20 %, чтобы получить и поддерживать стабильный струйный перенос.

A7.2.4.1 SG-HeA- 10 по 25 (He + 10 – 25 % Ar). Эти смеси используются для сварки меди толщиной более ½ дюйма [13 мм] и алюминия толщиной более 3 дюймов [75 мм]. Высокие значения погонной энергии при использовании этих смесей повышают проплавление сварного шва. Они могут быть использованы для переноса с помощью короткого замыкания с использованием никелевых присадочных металлов.

A7.2.4.2 SG-HeA- 25 по 50 (He + 25 – 50 % Ar). Эти смеси повышают погонную энергию и снижают пористость сварных швов меди, алюминия и магния. Они используются для сварки алюминия и магния толщиной более ½ дюйма [13 мм] в плоской позиции.

A7.2.5 SG-AH (смеси аргон + водород) (см. Секцию A8, Положения по технике безопасности). Газовые смеси аргон – водород коммерческого применения позволяют получить восстановительные газовые среды. Смеси SG-AH-1, SG-AH-2 или SG-AH-5 используются в процессах дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа (GTAW), дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа (GMAW) и плазменно-дуговой сварки (PAW) при разнообразных основных металлах, включая следующие:

- (a) никель и никелевые сплавы;
- (b) аустенитные хромоникелевые нержавеющие стали;
- (c) низколегированные стали (только в случае PAW).

Смеси, содержащие до 15 % водорода (SG-AH-15), используются для сварки методом GTAW хромоникелевых нержавеющих сталей. Их высокая теплопроводность делает эти смеси полезными в некоторых применениях GTAW. Добавления водорода повышает погонную энергию сварки, допуская более высокие скорости перемещения сварки, большую глубину проплавления, повышенное смачивание наплавленного валика и более широкий профиль валика наплавленного сварного шва. Добавления водорода к аргону позволяют получить восстановительную газовую среду, которая удаляет кислород и оксиды из зоны сварного шва.

A7.2.6 SG-NH (смеси азот + водород). Этот газ, защищающий основание шва, может быть использован при выполнении швов хромоникелевых нержавеющих сталей. Предупреждение относительно феррита, изложенное в п. A7.1.3, применимо также и к приложениям, использующим смесь SG-NH-5 или выше в качестве защитной среды для основания шва.

A7.3 Смеси защитных газов, состоящие из трех компонентов

A7.3.1 SG-ACO (смеси аргон + углекислый газ + кислород). Смеси, содержащие эти три компонента, имеют многогранное применение благодаря их способности работать в режимах переноса с помощью короткого замыкания, крупнокапельном, струйном и струйном режиме с высокой плотностью тока. Имеется несколько составов смесей из трех компонентов, и их применение зависит от требуемого режима переноса металла.

A7.3.1.1 SG-ACO- с 5 по 10/ с 1 по 6 (Ar + 5 – 10 % CO₂ + 1 – 6 % O₂). Преимущество этих смесей заключается в их способности защищать углеродистую сталь и низколегированную сталь любой толщины при использовании любого режима переноса металла. Эти смеси обеспечивают хорошие характеристики сварки и механические свойства швов углеродистых и низколегированных сталей. В случае тонких основных металлов, кислородная составляющая улучшает стабильность дуги при низких уровнях тока (от 30 до 60 А), позволяя поддерживать короткую и контролируемую дугу. Это помогает минимизировать чрезмерное сквозное проплавление и деформацию путем снижения общей погонной энергии в зоне сварного шва.

A7.3.2 SG-AHeC и SG-HeAC (смеси аргон + гелий + углекислый газ). Добавки гелия и углекислого газа к аргону повышают погонную энергию сварного шва, увеличивая смачивание наплавленного валика и текучесть. Профиль наплавленного валика сварного шва оказывается более плоским и широким.

A7.3.2.1 SG-AHeC- с 10 по 40/ с 1 по 15 (Ar + 10 – 40 % He + 1 – 15 % CO₂). Смеси в этом диапазоне были разработаны для дуговой сварки при пульсирующем токе в режиме заливки металла для углеродистых, низколегированных и нержавеющих сталей. Эти смеси чаще всего используются при сварке тяжелых деталей сложных сечений в позициях, отличных от плоской. Характеристиками этих смесей являются хорошие механические свойства и контроль сварочной ванны.

A7.3.2.2 SG-HeAC- с 25 по 35/ с 1 по 5 (He + 25 – 35 % Ar + 1 – 5 % CO₂). Эти смеси используются для сварки методом GMAW с использованием короткого замыкания для высокопрочных сталей и нержавеющих сталей, особенно в случае позиций сварки, отличных от плоской позиции. Содержание углекислого газа поддерживается низким, чтобы гарантировать высокую прочность металла сварного шва. Гелий обеспечивает тепло, необходимое для достижения хорошей текучести сварочной ванны.

A7.3.2.3 SG-HeAC-7,5/2,5 (90 % He + 7,5 % Ar + 2,5 % CO₂). Эта смесь широко используется, в случае применения GMAW с коротким замыканием, для сварки нержавеющей стали во всех позициях. Содержание углекислого газа поддерживается низким, чтобы минимизировать поглощение углерода и обеспечить высокую коррозионную стойкость, особенно в случае многопроходных сварных швов. Добавление углекислого газа и аргона обеспечивает хорошую стабильность дуги и глубину проплавления. Высокое содержание гелия обеспечивает повышенную погонную энергию, чтобы преодолеть высокую вязкость сварочной ванны нержавеющей стали. Применения включают в себя сварку углеродистой, нержавеющей и легированной сталей.

A7.3.3 SG-AHeO (аргон + гелий + кислород). Добавки гелия к смесям аргона и кислорода повышают энергию дуги при использовании процесса GMAW для сварки черных основных металлов. Смеси аргон/гелий/кислород используются для дуговой сварки со струйным переносом металла и для нанесения покрытия на низколегированные и нержавеющие стали для улучшения текучести сварочной ванны и получающейся в результате формы наплавленного валика, а также для снижения пористости.

A7.4 Смеси защитных газов, состоящие из четырех компонентов

A7.4.1 SG-AHeCO (Смеси аргон + гелий + CO₂ + O₂). Это сочетание может быть использовано для сварки методом GMAW с высокой скоростью наплавления металла сварного шва при использовании режима переноса с высокой плотностью тока. Эти смеси позволяют получить металл сварного шва с хорошими механическими свойствами и могут быть использованы в широком диапазоне скоростей наплавления. Их основным применением является сварка низколегированных, высокопрочных сталей, используемых в качестве основных металлов, также они используются для высокопроизводительной сварки углеродистой стали.

ОПАСНОСТЬ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АРГОНА, УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА, ГЕЛИЯ И АЗОТА:

- Аргон, углекислый газ, гелий и азот могут заместить кислород в зоне дыхания рабочего, что может привести к удушью, а возможно, и к смерти, если работы производятся в плохо вентилируемом, замкнутом пространстве. Аргон и углекислый газ вызывают особые опасения, поскольку они тяжелее воздуха и могут концентрироваться в низко расположенных областях, таких как придонные части сосудов давления, баков, ям и судов.

- Если не обеспечивается достаточная вентиляция и подача воздуха для дыхания, следует уделить внимание всем этим газам, если они выпускаются в закрытых помещениях или замкнутых пространствах. Должна быть обеспечена система слежения за соблюдением техники безопасности, и она должна функционировать всегда, когда рабочий использует любой из этих газов в сосуде.

- Дополнительную информацию можно найти в документе ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, в публикациях Ассоциации по сжатым газам (CGA) и у поставщиков вышеупомянутых газов.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО РАБОТЫ С ВОДОРОДОМ:

- Водород – это легковоспламеняющийся газ. Смесь водорода с кислородом или воздухом в замкнутом помещении взрывается при контакте с пламенем или иным источником возгорания. Концентрации водорода между 4 и 75 % в объеме воздуха относительно легко воспламеняются от искры с малой энергией и могут вызвать взрыв. Курение, пользование открытым огнем, непроверенное электрооборудование и другие источники возгорания должны быть запрещены на участках, где ведутся работы с использованием водорода. Храните контейнеры с газом вне помещений или в других помещениях с хорошей вентиляцией.

- Перед тем, как устанавливать что-либо, внимательно ознакомьтесь со стандартами NFPA (Национальной противопожарной ассоциации) № 50-A, *Стандарт на системы и рабочие площадки для работы с газообразным водородом*, и № 50-B, *Стандарт на системы и рабочие площадки для работы со сжиженным водородом*, и с местными стандартами техники безопасности. За дополнительной информацией обращайтесь к сертификатам

безопасности материалов (MSDS), касающимся техники безопасности при работе с водородом.

- Примите все меры к предотвращению утечек водорода. Утечку водорода невозможно определить визуально, по запаху или на вкус.

A8. Общие положения по технике безопасности

A8.1 Защита от ожогов. В результате сварки, резки и сопутствующих им процессов образуется расплавленный металл, искры, шлак и горячие рабочие поверхности. Они могут стать причиной ожогов, если не принимать соответствующие меры предосторожности. Рабочие должны надевать защитную одежду из огнестойкого материала. На одежде не должно быть отворотов, открытых карманов и других деталей, на которые могут попасть капли расплавленного металла или искры. Штанины должны надеваться поверх голенища обуви. Следует пользоваться шлемами или ручными сварочными щитками для защиты лица, шеи и ушей и головными уборами для защиты головы. Кроме того, следует использовать соответствующую защиту для глаз.

При потолочной сварке или сварке в замкнутом пространстве следует использовать затычки для ушей во избежание попадания сварочных брызг в ушной канал в сочетании с защитными очками или эквивалентными средствами защиты для дополнительной защиты глаз. На одежде не должно быть следов смазки или масла. В карманах не должно быть горючих веществ. Если на одежду попало какое-либо горючее вещество, следует переодеться в чистую огнеупорную одежду перед началом работы с открытой дугой или горелкой. Следует использовать фартуки, пелерины, гамаши и плечевые накидки с лямками, предназначенные для сварочных работ. Если имеет место сварка или резка необычно толстого основного металла, следует применять дополнительные металлические щиты для повышенной защиты. Следует рассмотреть возможность механизации работ, связанных с повышенной опасностью. Остальной персонал, находящийся в производственном помещении, должен быть защищен негорючими ширмами или применять меры безопасности, описанные в предыдущем параграфе.

Перед тем, как покинуть рабочую зону, горячие рабочие поверхности должны быть обозначены для того, чтобы предупредить других людей об опасности. Не следует предпринимать попыток ремонта или отсоединения электрооборудования, находящегося под напряжением. Результатом отсоединения под напряжением является искрение, что может вызвать ожоги и/или поражение электрическим током. (Примечание: Прикосновения к горячим частям оборудования, таким как электрододержатели, наконечники электрода и мундштуки могут вызвать ожоги. Следовательно, следует надевать защитные перчатки при работе с такими частями, кроме случаев, когда выдержан необходимый период охлаждения.)

В следующих источниках имеется более подробная информация об индивидуальной защите.

(a) ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, издано Американским обществом по сварке, American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

(b) *Свод норм федерального права (CFR)*, Заглавие 29 Труд, Глава XVII, Часть 1910, Общие промышленные стандарты OSHA, имеющиеся в Правительственной типографии США Government Printing Office, Washington, DC 20402.

(c) *Стандарт ANSI/ASC Z87.1, Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности*, Американский национальный институт стандартов, 11 West 42 Street, New York, NY 10036.

(d) ANSI/ASC Z41.1, *Защитная обувь*, Американский национальный институт стандартов, 11 West 42 Street, New York, NY 10036.

A8.2 Опасность поражения электрическим током.

Поражение электрическим током может привести к смертельному исходу, однако его можно избежать. Не следует прикасаться к открытым частям электрооборудования. Следует ознакомиться и принять к сведению инструкции и рекомендации по технике безопасности изготовителя. Источником опасности также является неправильная установка, неправильное заземление, неправильная эксплуатация и обслуживание электрического оборудования.

Все электрооборудование и обрабатываемые изделия следует заземлить. Провод, подсоединенный к изделию, не является заземляющим проводом. Он применяется только для замыкания электрической цепи сварки. Для заземления изделия требуется отдельное соединение. Сам по себе объект работ не может использоваться для заземления.

Необходимо выбрать правильный размер кабеля, поскольку продолжительная перегрузка может привести к повреждению кабеля и, как результат, к поражению электрическим током или воспламенению. Все электрические соединения должны быть надежно закрепленными, чистыми и сухими. Ненадежные соединения могут перегреться и даже расплавиться. Более того, они могут создавать опасные электрические дуги и искрение. Нельзя допускать скопления воды, смазки или грязи на штепселях и штепсельных розетках или деталях электрооборудования. Влага может проводить электрический ток.

Во избежание поражения током, рабочая зона, оборудование и одежда должны быть всегда сухими. Сварщики должны носить сухие перчатки и обувь на резиновой подошве, либо находиться на сухом настиле или на изолированной платформе. Кабели и соединения следует поддерживать в рабочем состоянии. Неправильные или изношенные соединения могут привести к поражению электрическим током или к короткому замыканию. Не следует использовать изношенные, поврежденные или оголенные кабели. Напряжения холостого хода следует избегать. Напряжения холостого хода могут складываться друг с другом, если несколько сварщиков работают с дугами различной полярности, или когда используется несколько машин переменного тока. Суммарное напряжение увеличивает тяжесть поражения электрическим током.

В случае поражения электрическим током следует все обесточить. Если необходимо оттащить пострадавшего от проводки под напряжением, следует использовать материалы, не проводящие электрический ток. Если пострадавший не дышит, следует применить сердечно-легочную реанимацию, как только будет устранен контакт с источником напряжения. В таких случаях необходимо вызвать врача, и продолжать реанимацию до тех пор, пока дыхание не восстановится или не прибудет врач. Электрические ожоги лечатся так же, как и обычные термические ожоги; то есть, необходимо прикладывать чистые холодные (ледяные) компрессы. Следует избегать заражения; на область поражения следует наложить чистую сухую повязку, а затем транспортировать пострадавшего в медицинское учреждение.

Необходимо следовать признанным стандартам по технике безопасности, таким как стандарт ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*; Национальный электрический стандарт; и документ NFPA № 70, который можно получить в Национальной противопожарной ассоциации по адресу:

National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269.

A8.3 Дымы и газы. Многие сварочные процессы, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением дыма и газов, которые могут быть опасными для здоровья. Дым представляет собой твердые частицы, образующиеся из сварочных присадочных металлов и флюсов, основного металла и всевозможных покрытий, имеющихся на основных металлах. Газы образуются в процессе сварки или в результате воздействия сварочного излучения на окружающую среду. Управляющий персонал и сварщики должны быть предупреждены о воздействии этих дымов и газов. Количество и состав дымов и газов зависят от состава присадочного металла, защитного газа, основного металла, сварочного процесса, уровня силы тока, длины дуги и других факторов.

Возможные последствия продолжительного воздействия дыма и газов могут быть различными, начиная от раздражения глаз, кожи и дыхательной системы, и заканчивая более серьезными последствиями. Последствия могут проявиться как немедленно, так и по прошествии времени. Дым может вызвать тошноту, головную боль, озноб и лихорадку. При использовании особо токсичных материалов существует опасность более серьезной угрозы здоровью. В замкнутом пространстве защитные газы и дымы могут вытеснить воздух и вызвать удушье.

В ходе сварки образуются различные газы. Некоторые из них являются результатом разложения флюсов и покрытий электродов. Другие образуются под термическим воздействием дуги или под воздействием ультрафиолетового излучения дуги на составляющие и примеси, находящиеся в окружающем воздухе. К потенциально опасным газам относятся угарный газ, оксиды азота, озон и продукты разложения хлорированного углеводорода, такие как фосген.

Голова работающего должна всегда находиться вне потока дыма или газа. Следует использовать достаточную вентиляцию, вытяжку в месте, где применяется дуга, или и то, и другое для удаления дыма и газов из зоны дыхания и всего помещения.

В некоторых случаях естественное движение воздуха обеспечивает достаточную вентиляцию. При возникновении сомнений относительно эффективности вентиляции должны быть взяты пробы воздуха для определения необходимости принятия дополнительных защитных мер.

Более подробную информацию по дыму и газам, выделяющимся в процессе сварки, можно получить в следующих источниках.

(a) Допустимые пределы продолжительности воздействия, согласно OSHA (Управление США по охране труда и промышленной гигиене), содержатся в *Своде федеральных законов* (CFR), Заглавие 29, Глава XVII, Часть 1910. Документ OSHA, Общие промышленные стандарты, можно получить в Отделе документов Правительственной типографии США по адресу: U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

(b) Рекомендуемые предельные пороговые значения для дыма и газов можно найти в стандарте *Предельные допустимые концентрации химических веществ и физических агентов в рабочей зоне*, опубликованном Американской конференцией по государственной промышленной гигиене (ACGIH), 1330 Kemper Meadow Drive, Suite 600, Cincinnati, OH 45240-1634.

(c) Результаты исследования, финансируемого AWS, *Дымы и газы на месте проведения сварочных работ*, можно получить в Американском обществе по сварке по адресу:

American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

A8.4 Излучение. Сварка, резка и сопутствующие процессы сопровождаются выделением лучистой энергии (излучением), опасной для здоровья. Необходимо познакомиться с воздействием этой лучистой энергии.

Лучистая энергия может быть ионизирующей (например, рентгеновские лучи) или неионизирующей (например, ультрафиолетовое излучение, видимый свет или инфракрасное излучение). Излучение может иметь различные последствия, такие как ожоги кожи и повреждение глаз, в зависимости от длины волны и интенсивности излучаемой энергии, при чрезмерном воздействии.

A8.4.1 Ионизирующее излучение. Ионизирующее излучение обычно возникает при сварке электронным лучом. Обычно оно контролируется в допустимых пределах путем использования подходящего экранирования сварочной зоны.

A8.4.2 Неионизирующее излучение. Интенсивность и длина волны возникающего неионизирующего излучения зависят от многих факторов, таких, как сварочный процесс, параметры сварки, состав электродов и основного металла, флюсов и какого-либо покрытия, в том числе листового, на основном металле. Некоторые процессы, такие как контактная сварка и холодная сварка давлением, обычно сопровождаются выделением пренебрежимо малых количеств лучистой энергии. Однако большинство процессов дуговой сварки и резки (за исключением дуговой сварки под флюсом, при правильном применении), лазерной и газовой сварки, резки, пайки твердым или мягким припоем может сопровождаться выделением таких количеств неионизирующего излучения, которые требуют принятия мер предосторожности.

Защита от возможного вредного воздействия неионизирующего излучения при сварке включает в себя следующие меры:

(a) Допускается смотреть на сварочные дуги только через фильтрующие пластины для сварки, отвечающие требованиям ANSI/ASC Z87.1, *Методы защиты лица и глаз в профессиональной и учебной деятельности*, опубликованным Американским национальным институтом стандартов: American National Standards Institute, 11 West 42 Street, New York, NY 10036. Следует отметить, что прозрачные сварочные занавески не предназначены для использования в качестве фильтрующих пластин, а их предпочтительнее использовать для защиты посторонних людей от случайного облучения.

(b) Участки кожи, подверженные воздействию излучения, должны быть защищены специальной одеждой и перчатками, согласно требованиям ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликованных Американским обществом по сварке.

(c) Следует избегать бликов от сварочных дуг, и весь персонал должен быть защищен от сильных бликов. (Примечание: Краски, содержащие пигменты на основе оксида цинка или диоксида титана, обладают пониженной отражающей способностью в диапазоне ультрафиолетового излучения).

(d) Во избежание облучения случайных прохожих во время сварочных работ следует применять экраны,

занавески или производить эти работы на достаточном удалении от пролетов цеха, пешеходных дорожек и т. д.

(e) Установлено, что защитные очки с боковыми щитками, защищающими от ультрафиолетового излучения, обеспечивают хорошую защиту от ультрафиолетового излучения сварочной дуги.

A8.4.3 Информацию по ионизирующему излучению можно получить из следующих источников:

(a) Документ AWS F2.1, *Рекомендуемые правила безопасности при сварке и резке электронным лучом*, который можно получить в Американском обществе по сварке.

(b) Информация об изделии, предоставляемая изготовителем.

A8.4.4 Информацию по неионизирующему излучению можно получить из следующих источников.

(a) Hinrichs, J. F. «Проектный комитет по излучениям - итоговый отчет». *Welding Journal*, январь 1978.

(b) Национальная служба технической информации. Защита от неионизирующего излучения. Специальное исследование № 42-0053-77, *Оценка потенциальной опасности актиничного ультрафиолетового излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке*. Springfield, VA 22161: National Technical Information Service, ADA-033768.

(c) ———. Защита от неионизирующего излучения. Специальное исследование № 42-0312-77, *Оценка потенциальной опасности воздействия видимого излучения, порождаемого дугой при электрической сварке и резке, на сетчатку глаза*. Springfield, VA 22161: National Technical Information Service, ADA-043023.

(d) Moss C. E., and Murray W. E. "Уровень оптического излучения при газовой сварке, пайке с нагревом пламенем и кислородной резке." *Welding Journal*, сентябрь 1979.

(e) Marshall W. J., Sliney D. H. и др. "Уровни оптического излучения при воздушно-дуговой резке угольным электродом." *Welding Journal*, март 1980.

(f) Американский национальный институт стандартов, стандарт ANSI/ ASC Z 136.1, *Техника безопасности при использовании лазеров*, опубликован Американским национальным институтом стандартов, 11 West 42 Street, New York, NY 10036.

(g) ———. Документ ANSI/ASC Z49.1, *Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах*, опубликован Американским обществом по сварке, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, PL 33126.

(h) ———. Стандарт ANSI Z87.1, *"Методы защиты глаз и лица в профессиональной и учебной деятельности"*, опубликован Американским национальным институтом стандартов, 11 West 42 Street, New York, NY 10036.

(i) Moss C.E. "Уровни передачи оптического излучения через прозрачные сварочные занавески". *Welding Journal*, март 1979.

A9. Справочные документы по технике безопасности

Сертификаты безопасности материалов (MSDS) можно получить у поставщика защитного газа. Дополнительные справочные документы по технике безопасности указаны в Таблице A1.

ЭЛЕКТРОДЫ ИЗ НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА С СЕРДЕЧНИКОМ ИЗ ФЛЮСА ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



SFA-5.34/SFA-5.34M



(Идентичны техническим условиям AWS A5.34/A5.34M:2007. В случае расхождений применяется оригинальный текст AWS).

1. Область применения

1.1 Настоящие технические условия устанавливают требования к классификации электродов с сердечником из флюса из никелевого сплава для дуговой сварки. В данные ТУ входят электроды, в которых содержание никеля превышает все остальные элементы, за исключением сплавов на никелевой основе, предназначенных для соединения литейного чугуна.

1.2 Вопросы безопасности и здоровья находятся за рамками данного стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Некоторую информацию по технике безопасности и охране труда можно найти в Приложении А, пункты А5 и А10. Информация по технике безопасности и охране труда может быть получена из других источников, которые включают (помимо прочего) ANSI Z49.1 «Безопасность при сварке, резке и сопутствующих процессах» и действующие федеральные и государственные стандарты.

1.3 В данных технических условиях используется как система единиц, принятая в США, так и международная система единиц (СИ) в соответствии с руководствами в AWS A1.1. Измерения не являются полностью эквивалентными и, следовательно, каждая система должна использоваться независимо от другой, при этом не допускается комбинирование систем в отношении описания свойств материалов. В технических условиях, обозначенных как А5.34, используются единицы измерения, принятые в США. Технические условия с обозначением А5.34М используют единицы системы СИ. Последние указываются в квадратных скобках [] или в соответствующих столбцах таблиц и на рисунках. Стандартные размеры на основе любой из этих систем можно использовать для определения размера присадочных металлов или упаковки как по техническим условиям А5.34, так и по А5.34М.

2. Ссылки на нормативные документы

2.1 Следующие стандарты содержат положения, которые, через ссылки в тексте, формируют положения настоящего стандарта AWS. На датированные ссылки дальнейшие поправки или изменения положений данных изданий не распространяются. Тем не менее, участникам соглашения на основе данного стандарта AWS рекомендуется исследовать возможности применения последних изданий нижеперечисленных документов.

В случае ссылок на недатированные источники, действительно последнее издание указанного стандарта.

2.2 В обязательных разделах данного документа содержатся ссылки на следующие стандарты AWS¹:

(a) Стандарт AWS A1.1, *Руководство по использованию метрических единиц в производственной сварке*

(b) AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*

(c) AWS A5.32/A5.32М, *Защитные газы, применяемые при сварке. Технические условия*

(d) AWS B4.0 или AWS B4.0М, *Швы сварные. Стандартные методы испытаний для определения механических свойств*

2.3 Следующие стандарты ANSI² используются в основных секциях данного документа:

(a) ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*

2.4 В обязательных разделах данного документа содержатся ссылки на следующие стандарты ASTM³:

(a) ASTM A 131/A 131М, *Конструкционная сталь для кораблей. Стандартные технические условия*

(b) ASTM A 240/A 240М, *Хромированные и хромоникелевые толстолистовые и тонколистовые нержавеющие стали и планки для сосудов давления и общего применения. Стандартные технические условия*

(c) ASTM A 515/A 515М, *Толстолистовая углеродистая сталь для сосудов давления, работающих при средней и высокой температуре. Стандартные технические условия*

(d) ASTM A 516/A 516М, *Сталь толстолистовая для сосудов давления, углеродистая, для использования в условиях умеренных и низких температур. Стандартные технические условия*

¹ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

² Данный стандарт ANSI опубликован Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

³ Стандарты ASTM опубликованы Американским обществом по испытанию материалов (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.

(e) ASTM A 666, *Отожженная или нагартованная аустенитная коррозионностойкая толстолистовая, тонколистовая, полосовая сталь и в виде плоского сортового проката. Технические условия*

(f) ASTM B 166, *Сортовой прокат, прутки и проволока из хромжелезоникелевой стали (UNS N06600, N06601, N06603, N06690, N06693, N06025 и N06045) и никельхромкобальтмолибденовой стали (UNS N06617). Стандартные технические условия*

(g) ASTM B 168, *Толстолистовая, тонколистовая и полосовая сталь из хромжелезоникелевой стали (UNS N06600, N06601, N06603, N06690, N06693, N06025 и N06045) и никельхромкобальтмолибденовой стали (UNS N06617). Стандартные технические условия*

(h) ASTM B 435, *Толстолистовая, тонколистовая и полосовая сталь UNS N06002, UNS N06230, UNS N12160 и UNS R30556. Стандартные технические условия*

(i) ASTM B 443, *Толстолистовая, тонколистовая и полосовая сталь из никелехромомолибденониобиевой стали (UNS N06625) и никелехромомолибденосилициевой стали (UNS N06219). Стандартные технические условия*

(j) ASTM B 446, *Сортовой прокат и прутки из никелехромомолибденониобиевой стали (UNS N06625) и никелехромомолибденосилициевой стали (UNS N06219). Стандартные технические условия*

(k) ASTM B 575, *Толстолистовая, тонколистовая и полосовая сталь из низкоуглеродистых никелемолибденохромовых, никелехромомолибденовых, никелехромомолибденоникелевых, никелехромомолибденоникелевых и никелехромомолибденоникелевых сталей. Стандартные технические условия*

(l) ASTM E 29, *Результаты испытаний. Стандартная методика использования значащих цифр для определения соответствия техническим условиям*

(m) ASTM E 354, *Стандартная методика химических испытаний высокотемпературных, электрических, магнитных и других подобных железных, никелевых и кобальтовых сплавов*

(n) ASTM E 1019, *Стандартные методы определения наличия углерода, серы, азота и кислорода в железных, никелевых и кобальтовых сплавах*

(o) ASTM E 1032, *Стандартный метод радиографического испытания сварных узлов*

(p) ASTM E 1473, *Стандартная методика химических испытаний никелевых, кобальтовых и высокотемпературных сплавов*

2.5 В обязательных разделах данного документа встречаются ссылки на следующий стандарт ISO⁴:

(a) ISO 544, *Сварочные материалы – Технические условия поставки присадочных материалов для сварочных работ – Тип изделия, размеры, допуски и маркировка*

3. Классификация

3.1 Электроды с сердечником из флюса, описанные в технических условиях A5.34/A5.34M, классифицированы с использованием системы, независимой от американской общепринятой системы единиц и от Международной системы единиц СИ. Классификация основана на химическом составе неразбавленного металла сварного шва, защитном газе, используемом при сварке, а также применимости положений при сварке, как показано в таблицах 1 и 2.

3.2 Электроды, отнесенные к одному классу, могут быть подвергнуты повторной классификации с присвоением другого классификационного обозначения, при условии, что они удовлетворяют всем критериям этой классификации.

4. Приемка

Приемка⁵ электрода должна осуществляться в соответствии с положениями стандарта AWS A5.01.

5. Сертификация

Указывая номер технических условий AWS и классификационное обозначение на упаковке или классифицируя изделие, производитель удостоверяет соответствие изделия требованиям настоящих технических условий.⁶

6. Правила округления

Для определения соответствия настоящим техническим условиям полученное экспериментально или расчетное значение предела прочности на растяжение следует округлять с точностью до ближайшей 1000 фунтов/кв. дюйм по A5.34 или до ближайших 10 МПа по A5.34M, а другие значения – с точностью до ближайшей единицы в крайнем правом разряде числа, выражающего предельное значение, в соответствии с методом округления, изложенным в стандарте ASTM E 29.

7. Обзор испытаний

7.1 Испытания, требуемые для классификации, указаны в таблице 3. Цель данных испытаний заключается в определении химического состава, механических свойств, бездефектности металла сварного шва, а также эксплуатационных характеристик электрода в сварочном положении с использованием защитного газа.

7.2 Основной металл опытного сварочного узла указан в таблицах 4 и 5. Процедуры сварки и испытаний, а также требуемые результаты приведены в пп. 9–14.

⁴ Стандарты ISO изданы Международной организацией стандартизации, 1 rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211, Geneva 20, Switzerland.

⁵ Дополнительную информацию о приемке и испытаниях поставляемых материалов см. в пункте A3 (Приложение А), и в стандарте AWS A5.01.

⁶ См. пункт A4, «Сертификация» (в Приложении А) относительно дополнительной информации о сертификации и испытаниях, необходимых для соответствия данному требованию.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА СВАРНОГО ШВА

Классификации AWS ^a			Весовой процент ^{a, b}															
Традиционное обозначение по UNS ^d		Номер	Nb (Cb) плюс															
Формат ISO	Традиционное обозначение по UNS ^d	Номер	C	Mn	Fe	P	S	Si	Cu	Ni ^e	Co	Ti	Cr	Ta ^g	Mo	V	W	Другие
TNi 6082-xy	ENiCr3Tx-y	W86082	0,10	2,5–3,5	3,0	0,03	0,015	0,50	0,50	67,0 мин.	f	0,75	18,0–22,0	2,0–3,0	...	...	...	0,50
TNi 6062-xy	ENiCrFe1Tx-y	W86132	0,08	3,5	11,0	0,03	0,015	0,75	0,50	62,0 мин.	...	...	13,0–17,0	1,5–4,0	...	...	...	0,50
TNi 6133-xy	ENiCrFe2Tx-y	W86133	0,10	1,0–3,5	12,0	0,03	0,02	0,75	0,50	62,0 мин.	f	...	13,0–17,0	0,5–3,0	0,5–2,5	...	...	0,50
TNi 6182-xy	ENiCrFe3Tx-y	W86182	0,10	5,0–9,5	10,0	0,03	0,015	1,0	0,50	59,0 мин.	f	1,0	13,0–17,0	1,0–2,5	...	...	...	0,50
TNi 6002-xy	ENiCrMo2Tx-y	W86002	0,05–0,15	1,0	17,0–20,0	0,04	0,03	1,0	0,50	Ост.	0,50–2,50	...	20,5–23,0	...	8,0–10,0	...	0,2–1,0	0,50
TNi 6625-xy	ENiCrMo3Tx-y	W86625	0,10	0,50	5,0 ^h	0,02	0,015	0,50	0,50	58,0 мин.	f	0,40	20,0–23,0	3,15–4,15	8,0–10,0	...	...	0,50
TNi 6276-xy	ENiCrMo4Tx-y	W80276	0,02	1,0	4,0–7,0	0,03	0,03	0,2	0,50	Ост.	2,5	...	14,5–16,5	...	15,0–17,0	0,35	3,0–4,5	0,50
TNi 6022-xy	ENiCrMo10Tx-y	W86022	0,02	1,0	2,0–6,0	0,03	0,015	0,2	0,50	Ост.	2,5	...	20,0–22,5	...	12,5–14,5	0,35	2,5–3,5	0,50
TNi 6117-xy	ENiCrCoMo1Tx-y	W86117	0,05–0,15	0,3–2,5	5,0	0,03	0,015	0,75	0,50	Ост.	9,0–15,0	...	21,0–26,0	1,0	8,0–10,0	...	...	0,50

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Следует провести анализ металла сварного шва на наличие элементов, содержание которых указано в этой таблице. Если в ходе исследования обнаружены другие элементы, следует определить их общее содержание и убедиться, что оно не превышает 0,50 %.
- b. Единственное значение соответствует максимальному, если иное не указано особо. Ост. = Остаток.
- c. Необходимо указать оба обозначения, как показано в 22.1. Буква «х» означает числа 0 или 1, которые означают положение при сварке, по которому классифицируется сплав (см. таблицу 2). Буква «у» означает числа 1, 3 или 4, которые означают определенный защитный газ (или его отсутствие), использование которого необходимо для проведения классификационных испытаний (см. таблицу 2).
- d. Единая система нумерации SAE HS-1086/ASTM DS-56 для сталей и сплавов.
- e. Включая остаточный кобальт.
- f. Кобальта – 0,10 максимум, если указано покупателем.
- g. Тантала – 0,30 максимум, если указано покупателем.
- h. Железа – 1,0 максимум, если указано покупателем.

ТАБЛИЦА 2
ТРЕБУЕМЫЙ ЗАЩИТНЫЙ ГАЗ, СВАРОЧНЫЙ ТОК И ПОЛОЖЕНИЕ
ПРИ СВАРКЕ

Классификации AWS ^a		Классификация защитного газа с внешней подачей ^b	Ток и полярность	Положение при сварке ^c
Формат ISO	Традиционное обозначение			
TNi xxxx-01	ENiXXXXT0-1	SG-C	dcep	F&HF
TNi xxxx-11	ENiXXXXT1-1	SG-C	dcep	All
TNi xxxx-03	ENiXXXXT0-3	Нет	dcep	F&HF
TNi xxxx-04	ENiXXXXT0-4	SG-AC-25 или SG-AC-20	dcep	F&HF
TNi xxxx-14	ENiXXXXT1-4	SG-AC-25 или SG-AC-20	dcep	All

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Буквы xxxx означают числовые обозначения, а буквы XXXX означают химические символы для обозначения химического состава.
- См. AWS A5.32/A5.32M. SG-C = CO₂; SG-AC-25 включает 25 % аргона, сбалансированного CO₂; SG-AC-20 включает 20 % аргона, сбалансированного CO₂. Указанный здесь защитный газ с внешней подачей требуется при выполнении швов для классификации. Данное требование не предполагает использования другого защитного газа при использовании электрода.
- Применяемое сварочное положение определяется испытанием углового сварного шва в соответствии с таблицей 3.
F = нижнее положение; HF = нижнее угловое положение; All = нижнее, горизонтальное, верхнее и вертикальное положение с продвижением вверх.

ТАБЛИЦА 3
ТРЕБУЕМЫЕ ИСПЫТАНИЯ^a

Классификации AWS		Химический анализ	Радиографичес- кие испытания	Испытание на растяжение	Испытание на продольный изгиб	Испытания углового сварного шва
Формат ISO	Традиционное обозначение					
TNi 6082-0y	ENiCr3T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6082-1y	ENiCr3T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6062-0y	ENiCrFe1T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6062-1y	ENiCrFe1T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6133-0y	ENiCrFe2T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6133-1y	ENiCrFe2T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6182-0y	ENiCrFe3T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6182-1y	ENiCrFe3T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6002-0y	ENiCrMo2T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6002-1y	ENiCrMo2T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6625-0y	ENiCrMo3T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6625-1y	ENiCrMo3T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6276-0y	ENiCrMo4T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6276-1y	ENiCrMo4T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6022-0y	ENiCrMo10T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6022-1y	ENiCrMo10T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется
TNi 6117-0y	ENiCrCoMo1T0-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется
TNi 6117-1y	ENiCrCoMo1T1-y	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Требуется

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Указанные испытания требуются для всех размеров электродов, подлежащих классификации.

ТАБЛИЦА 4
ТРЕБУЕМЫЕ ОСНОВНЫЕ МЕТАЛЛЫ^{a, b}

Классификация AWS		Химический анализ	Радиографические испытания	Испытание на растяжение	Испытание на изгиб	Испытания углового сварного шва
Формат ISO	Традиционное обозначение					
TNi 6082-xy	ENiCr3Tx-y		Ni-Cr-Fe, нержавеющая или углеродистая сталь			
TNi 6062-xy	ENiCrFe1Tx-y					
TNi 6133-xy	ENiCrFe2Tx-y					
TNi 6182-xy	ENiCrFe3Tx-y					
TNi 6002-xy	ENiCrMo2Tx-y		Ni-Cr-Mo, нержавеющая или углеродистая сталь			
TNi 6625-xy	ENiCrMo3Tx-y					
TNi 6276-xy	ENiCrMo4Tx-y					
TNi 6022-xy	ENiCrMo10Tx-y					
TNi 6117-xy	ENiCrCoMo1Tx-y		Ni-Cr-Co-Mo, нержавеющая или углеродистая сталь			

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Технические условия по требуемым основным металлам даны в таблице 5.
- b. Если указан никелевый сплав, углеродистая или нержавеющая сталь, может использоваться любой тип или комбинация из них. Если оба компонента являются углеродистой сталью, необходимо наплавить два слоя промежуточного металла на поверхность кромки шва компонента из углеродистой стали, если подкладкой также является углеродистая сталь, то же применимо к сопрягаемой поверхности шва. Промежуточный металл должен наплавляться в нижнем положении с использованием электродов того же класса, что были подвергнуты испытаниям до сборки соединения под сварку.
- c. Для химического анализа могут использоваться основные металлы из углеродистой, нержавеющей стали или никелевого сплава, отличные от указанных в таблице, для подготовки наплавленной поверхности из неразбавленного металла, при этом минимальная высота наплавленного металла должна быть $\frac{3}{4}$ дюйма [20 мм], а образец для анализа должен отбираться не менее, чем в $\frac{5}{8}$ дюймах [16 мм] от ближайшей поверхности основного металла.

ТАБЛИЦА 5
ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ^a

Классификация AWS		Основной металл	Технические условия ASTM	Основной металл. Номер UNS
Формат ISO	Традиционное обозначение			
TNi 6082-xy	ENiCr3Tx-y	Никелехромомолибденовый сплав	В 166, В 168	N06600
TNi 6062-xy	ENiCrFe1Tx-y			
TNi 6133-xy	ENiCrFe2Tx-y			
TNi 6182-xy	ENiCrFe3Tx-y			
TNi 6002-xy	ENiCrMo2Tx-y	Никелехромомолибденовый сплав или Низкоуглеродистый никелехромомолибденовый сплав	В 443, В 446, В 435	N06625, N06002
TNi 6625-xy	ENiCrMo3Tx-y		В 575	N10276
TNi 6276-xy	ENiCrMo4Tx-y	Низкоуглеродистый никелехромомолибденовый сплав	В 575	N10276, N06022
TNi 6022-xy	ENiCrMo10Tx-y			
TNi 6117-xy	ENiCrCoMo1Tx-y	Никелехромомолибденовый сплав	В 166, В 168	N06617
Все		Углеродистая сталь	A 131, A 285, A 515, A 516	...
Все		Аустенитная нержавеющая сталь	A 240, A 666	S301xx, S302xx, S304xx, S316xx

ПРИМЕЧАНИЕ:

- a. Все указанные основные металлы, за исключением углеродистой стали, должны быть подвергнуты отжигу перед сваркой.

8. Повторные испытания

Если результат испытания не отвечает требуемым результатам, то такое испытание должно быть повторено дважды. Результаты обоих повторных испытаний должны отвечать требованиям. Образцы для повторных испытаний отбирают из первоначального или нового опытного узла. В случае химического анализа повторные испытания проводят только в отношении тех элементов, которые оказались не соответствующими требованиям при первом испытании. Если результаты одного или обоих повторных испытаний не отвечают требованиям, то такие материалы считаются не соответствующими требованиям данных ТУ для данной классификации.

В случае если во время подготовки или после проведения испытания было точно установлено, что были нарушены условия подготовки испытуемых образцов или сборок или условия проведения испытания, то результаты такого испытания считаются недействительными, вне зависимости от того, было ли оно проведено или отвечали ли его результаты требованиям. Такое испытание следует повторить, следуя рекомендованным методикам. В этом случае требование об удвоении числа испытательных образцов не применяется.

9. Опытные сварные узлы

9.1 Может потребоваться до четырех опытных сварных узлов в зависимости от классификации, как указано в табл. 3. Среди них:

(1) наплавленная поверхность согласно рис. 1 для химического анализа неразбавленного металла сварного шва

(2) шов с разделкой кромок, см. рис. 2, для определения механических свойств и наличия дефектов металла сварного шва

(3) шов с разделкой кромок (см. рис. 3) для испытания на продольный изгиб

(4) угловой шов, см. рис. 4, для определения применимости электрода в сварочном положении

Образец для химического анализа можно отбирать в суженном сечении разрушенного при испытаниях на растяжение образца или с соответствующего участка шва с разделкой кромок (или любого участка выше него), показанного на рис. 2, во избежание необходимости изготовления наплавки. В спорных случаях наплавленная поверхность применяется как арбитражный метод.

9.2 Подготовка каждого опытного сварного узла должна проводиться в соответствии с пп. 9.3, 9.4, 9.5 и 9.6. Основной металл, используемый в испытательном узле, определен в таблице 4 согласно виду испытания и должен отвечать требованиям соответствующих технических условий ASTM, указанных в таблице 5, или эквивалентных им технических условий. Испытания должны проводиться в соответствии с п. 10 (Химический анализ), п. 11 (Радиографические испытания), п. 12 (Испытание на растяжение), п. 13 (Испытание на изгиб) и п. 14 (Испытания углового сварного шва).

9.3 Наплавка. Наплавка должна быть подготовлена в соответствии с требованиями таблицы 3 и в соответствии с рис. 1, кроме случаев, когда используется один из вариантов, указанный в п. 9.1 (Отбор образца из металла сварного шва, шва с разделкой кромок и образца для испытания на разрыв). В качестве основы для наплавки используется металл любого из указанных в таблицах 4 и 5 типа, любого удобного размера. Поверхность основного металла, на которую наносится сварочный металл, должна быть чистой. Наплавку следует наваривать в нижней позиции

в несколько слоев для получения неразбавленного металла сварного шва, используя, при необходимости, защитный газ. Условия сварки должны соответствовать рекомендациям производителя. Температура предварительного нагрева должна быть не меньше 60 °F [15 °C], а температура между проходами не должна превышать 300 °F [150 °C]. Шлаки должны удаляться после каждого прохода. Слой можно подвергать закалке в воде после каждого прохода. Размеры готовой наплавленной поверхности должны соответствовать размерам, указанным на рис. 1. Испытание данного узла должно проводиться в соответствии с п. 10 (Химический анализ).

9.4 Сварной шов с разделкой кромок. Необходимо подготовить опытный узел и провести сварку в соответствии с таблицей 3 и рис. 2, используя основной металл соответствующего типа, как указано в таблицах 4 и 5. Испытание данного узла необходимо проводить в соответствии с п. 11 (Радиографические испытания) и п. 12 (Испытание на растяжение). Опытный узел должен проходить испытания в состоянии непосредственно после сварки.

9.5 Испытание на продольный загиб лицевой поверхности сварного шва наружу. Необходимо подготовить опытный узел и провести сварку в соответствии с таблицей 3 и рис. 3, используя основной металл соответствующего типа, как указано в таблицах 4 и 5. Испытание данного узла необходимо проводить в соответствии с п. 13 (Испытание на изгиб).

9.6 Угловой сварной шов

9.6.1 Если это требуется согласно таблице 3, испытания угловых швов проводятся для вертикальной и верхней (потолочной) сварочных позиций. Подготовка и сварка испытательного узла выполняются, как показано на рис. 4, с применением основного металла подходящего класса в соответствии с таблицами 4 и 5, защитного газа, тока и полярности, как указано в табл. 2. Величину сварочного тока или скорость подачи проволоки и напряжение дуги принимают согласно рекомендациям производителя. Испытание образца должно проводиться в соответствии с п. 14 (Испытания углового сварного шва).

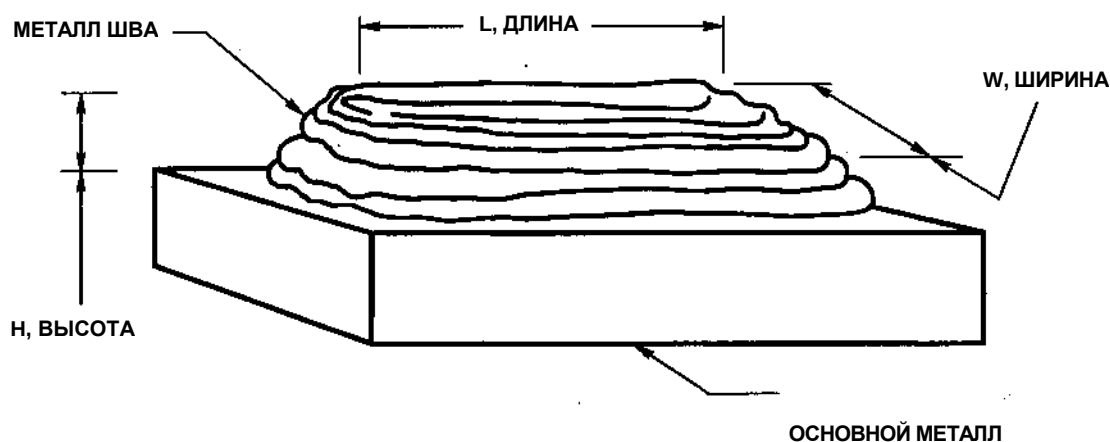
9.6.2 При подготовке двух пластин, образующих испытательный узел, одна кромка вертикальной части (ребра) узла должна быть механически обработана по всей длине так, чтобы при установке ребра на основание (фланец), которое должно быть прямолинейным и гладким, был обеспечен тесный контакт по всей длине соединения.

9.6.3 Однопроходный угловой сварной шов выполняют с одной стороны сварного соединения. Сварка в вертикальной позиции должна осуществляться снизу вверх.

10. Химический анализ

10.1 Образец для анализа должен быть отобран из металла, наплавленного с использованием присадочного материала и защитного газа в комбинации с которыми он классифицируется. Верхний слой наплавленной поверхности, рассмотренной в п. 9.3 и показанной на рис. 1, удаляется и отбрасывается, образец для анализа отбирается из нижележащего металла подходящими механическими средствами. Проба не должна содержать шлака. Образец должен отбираться не менее чем в $\frac{3}{8}$ дюйма [10 мм] от ближайшей поверхности основного металла (см. таблицу 4, примечание с по отбору образца при использовании основного металла, отличного от указанного в таблице).

РИС. 1
НАПЛАВЛЕННЫЙ СЛОЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕРАЗБАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ШВА



Диаметр		Минимальный размер наплавки						Минимальное расстояние от места отбора образца до поверхности основного металла ^a	
дюймы	мм	L		W		H ^a		дюймы	мм
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм		
0,035	0,9	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{3}{8}$	10
0,040	1,0	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{3}{8}$	10
0,045	—	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{3}{8}$	10
—	1,2	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{1}{2}$	13	$\frac{3}{8}$	10
0,052	—	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{5}{8}$	16	$\frac{1}{2}$	13
—	1,4	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{5}{8}$	16	$\frac{1}{2}$	13
$\frac{1}{16}$	1,6	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{5}{8}$	16	$\frac{1}{2}$	13
$\frac{5}{64}$	2,0	3	75	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{5}{8}$	16	$\frac{1}{2}$	13
$\frac{3}{32}$	2,4	$3\frac{1}{2}$	90	1	25	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{5}{8}$	16
$\frac{7}{64}$	2,8	$3\frac{1}{2}$	90	1	25	$\frac{3}{4}$	20	$\frac{5}{8}$	16

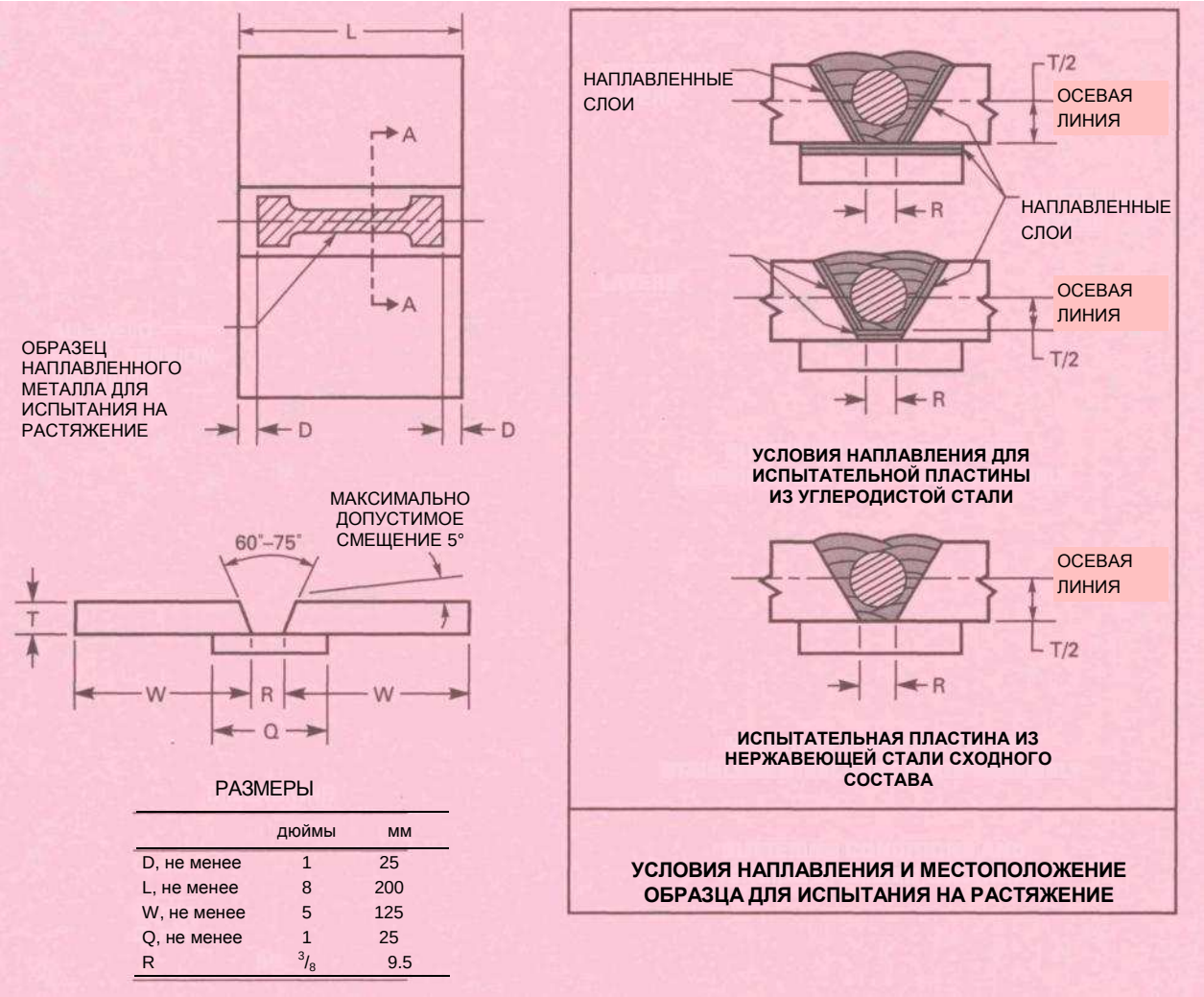
ПРИМЕЧАНИЕ:

^a. Число проходов на один слой произвольное.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Ширина и толщина листа основного металла могут иметь любые значения, соответствующие используемому диаметру электрода и величине электрического тока при сварке.
2. Участки сварного шва длиной 1 дюйм [25 мм], отмеренные от его начала и конца, отбрасываются. Верхнюю поверхность необходимо удалить, образцы для химического анализа следует отбирать с верхней части оставшегося наплавленного металла.
3. Применение медных теплоотводящих подкладок – по усмотрению пользователя.
4. Для химического анализа могут использоваться основные металлы из углеродистой, нержавеющей стали или никелевого сплава, отличные от указанных в таблице, для подготовки наплавленной поверхности из неразбавленного металла, при этом минимальная высота наплавленного металла должна быть $\frac{3}{4}$ дюйма [20 мм], а образец для анализа должен отбираться не менее чем в $\frac{5}{8}$ дюйма [16 мм] от ближайшей поверхности основного металла.

РИС. 2 ОПЫТНЫЙ УЗЕЛ ШВА С РАЗДЕЛКОЙ КРОМОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА РАСТЯЖЕНИЕ И РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ



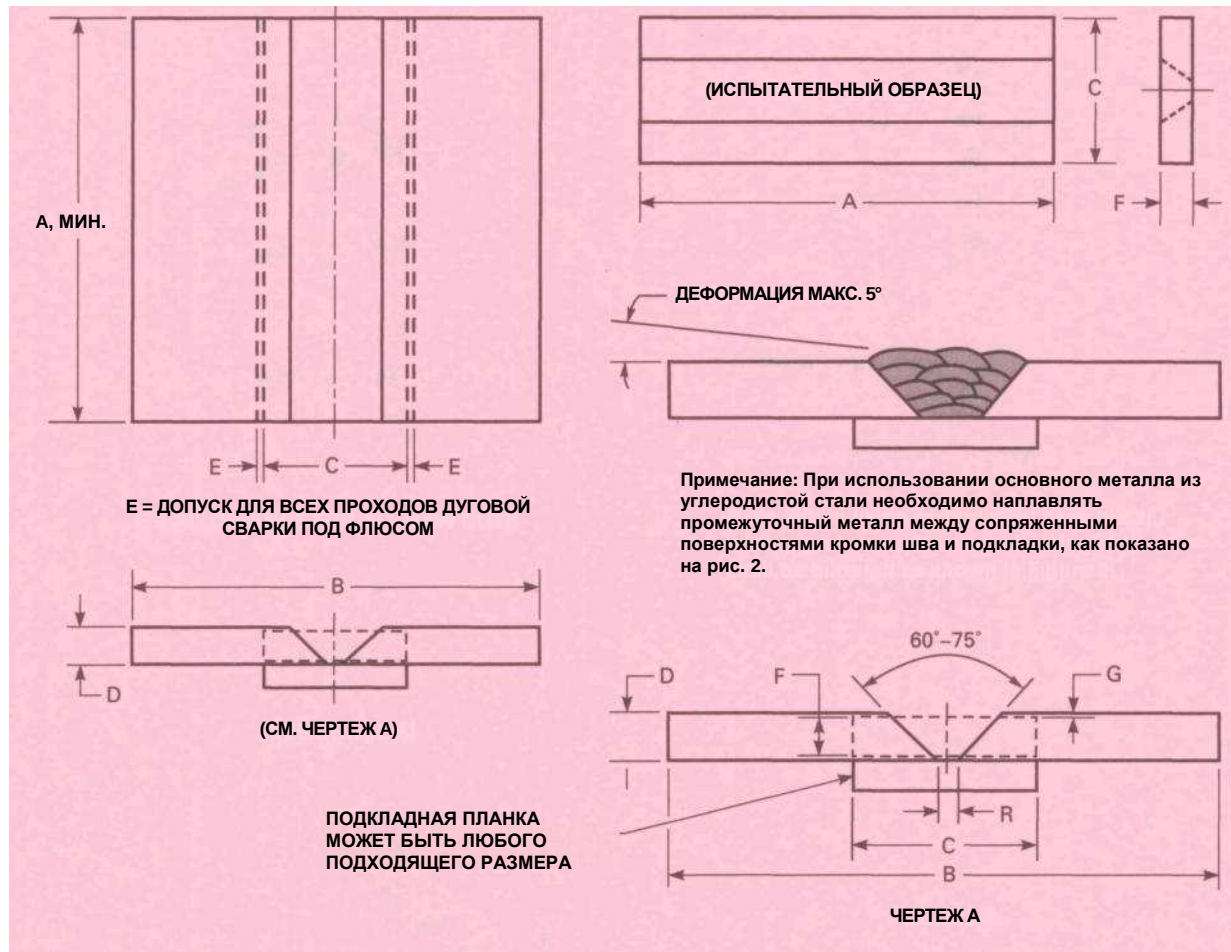
Диаметр электрода		Толщина листа, T		Рекомендуемое число проходов на слой		Рекомендуемое число слоев
		дюймы	мм	Слой 1 и 2	Слой с 3-го по верхний	
0,035	0,9	³ / ₄	20	1 или 2	2, 3, или 4	8–12
0,040	1,0					
0,045	—					
—	1,2					
0,052	—					
—	1,4	³ / ₄	20	1 или 2	2 или 3 ^a	5–8
¹ / ₁₆	1,6					
⁵ / ₆₄	2,0					
³ / ₃₂	2,4					
¹ / ₆₄	2,8	³ / ₄	20	1 или 2	2 или 3 ^a	4–6

^a Последний слой может выполняться за 4 прохода.

Примечания:

1. Узел должен быть достаточной длины для обеспечения необходимого количества образцов для указанного количества и типов испытаний.
2. Допуск по зазору между свариваемыми кромками (R) составляет $\pm \frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм].
3. Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 4.
4. Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
5. Перед сваркой узел можно предварительно установить, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для удобства отбора испытательных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости не более чем на 5 градусов. Опытный сварной узел с отклонением от плоскости более чем на 5 градусов должен быть отбракован. Рихтовка опытного узла не допускается.
6. Сварку необходимо проводить в нижнем положении с использованием параметров и методов сварки, рекомендованных производителем электрода.
7. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60 °F [15 °C]. Температура между проходами не должна превышать 300 °F [150 °C].
8. Испытания должны проводиться без термической обработки после сварки.

РИС. 3 ШОВ С РАЗДЕЛКОЙ КРОМК ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА ПРОДОЛЬНЫЙ ЗАГИБ С РАСТЯЖЕНИЕМ
ВНЕШНЕЙ СТОРОНЫ ШВА



Диаметр электрода	Проходов на слой		
	Слой 1	Слой с 2-го по верхний	Количество слоев
0,035	0,9		
0,040	1,0		
0,045	—		
—	1,2		
0,052	1,4		
1/16	1,6		
5/64	2,0		
3/32	2,4		
7/64	2,8		
		2–3 ^a	3–5

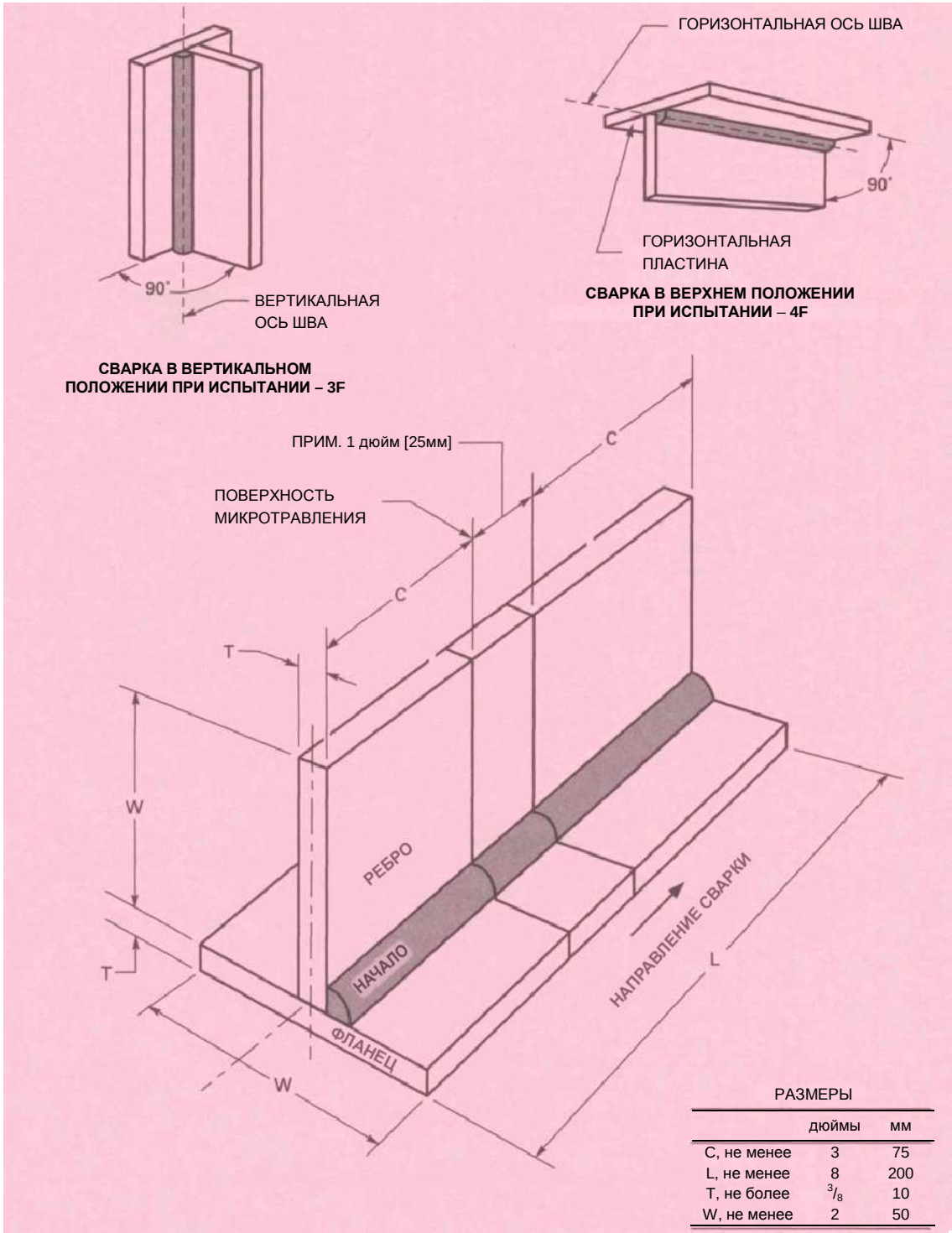
	РАЗМЕРЫ	
	дюймы	мм
A	Мин. 6	Мин. 150
B	6	150
C	2	50
D	$\frac{1}{2}$	13
E	$\frac{1}{8}$	3
F	$\frac{3}{8}$	9,5
G	$\frac{1}{16}$	1,6
R	$\frac{3}{8}$	10

^a Верхний слой должен быть 3.

Примечания:

1. Узел должен быть достаточной длины для обеспечения необходимого количества образцов для указанного количества и типов испытаний.
2. Допуск по зазору между свариваемыми кромками (R) составляет $\pm \frac{1}{16}$ дюйма [1,6 мм].
3. Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 4.
4. Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
5. Перед сваркой узел можно предварительно установить, чтобы полученный сварной шов был достаточно плоским для удобства отбора испытательных образцов. Можно также использовать крепления или сочетание предварительной установки с креплением, чтобы обеспечить отклонение сварного соединения от плоскости не более чем на 5 градусов. Опытный сварной узел с отклонением от плоскости более чем на 5 градусов должен быть отбракован. Рихтовка опытного узла не допускается.
6. Сварку необходимо проводить в нижнем положении с использованием параметров и методов сварки, рекомендованных производителем электрода.
7. Температура предварительного нагрева должна быть не менее 60 °F [15 °C]. Температура между проходами не должна превышать 300 °F [150 °C].
8. Испытания должны проводиться без термической обработки после сварки.

РИС. 4 ОПЫТНЫЙ УЗЕЛ УГЛОВОГО СВАРНОГО ШВА



Примечания:

1. Основной металл должен соответствовать требованиям таблицы 4.
2. Свариваемые поверхности должны быть чистыми.
3. Узел должен быть комнатной температуры в начале сварки.
4. Зачистка шва должна ограничиваться скалыванием шлака, зачисткой щеткой и пучковым зачистным молотком. Запрещена шлифовка или обработка поверхности шва напильником.

Образец для химического анализа, взятый из уменьшенного сечения образца, разрушенного в ходе испытания на растяжение, или из соответствующего места (или из любого места выше него) сварного шва с разделкой кромок согласно рис. 2, должен быть подготовлен для анализа соответствующим механическим способом.

10.2 Образец следует анализировать при помощи принятых аналитических методов. Основным арбитражным методом считается метод E 1473 в соответствии с ASTM, дополнительными методами являются ASTM E 1019 для углерода и ASTM E 354 для фосфора.

10.3 Результаты анализа должны отвечать требованиям таблицы 1 для классификации испытуемых электродов.

11. Радиографические испытания

11.1 Шов с разделкой кромок, рассмотренный в п. 9.4 и показанный на рис. 2, должен быть подвергнут радиографическому контролю для оценки бездефектности металла шва. При подготовке к радиографии подкладка должна быть удалена и сварной шов с обеих сторон должен быть обработан механическим способом или отшлифован заподлицо с поверхностью основной пластины (кроме случаев оговоренных отдельно) или с ровной высотой усиления шва, не превышающей $\frac{3}{32}$ дюйма [2,5 мм]. Допускается удаление основного металла с обеих сторон опытного узла на глубину $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм] от поверхности основного металла с целью облегчения удаления подкладки и/или наращивания. Не следует удалять металл шва на более чем $\frac{1}{16}$ дюйма [1,5 мм] от номинальной поверхности основного металла. Обе поверхности опытного узла в зоне сварного шва должны быть достаточно гладкими, чтобы не создавать трудностей при интерпретации рентгенограмм.

11.2 Радиографические испытания сварного шва должны проводиться в соответствии с методом ASTM E 1032, *Стандартный метод радиографического испытания сварных узлов*. Уровень качества контроля должен соответствовать 2-2T.

11.3 Металл сварного шва отвечает требованиям данных технических условий к бездефектности, если радиографические снимки выявили следующее:

- (1) отсутствие трещин, неполного сплавления или проплавления, а также
- (2) отсутствие скругленных индикаторных следов помимо тех, которые допускаются радиографическими эталонами, показанными на рис. 5.

При оценке рентгенограммы участки длиной 1 дюйм [25 мм] сварного шва с каждого конца опытного узла не должны приниматься во внимание.

11.3.1 Альтернативным методом оценки является расчет общей площади скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке. Общая площадь не должна превышать 1 % от толщины опытной сборки, умноженной на длину сварного шва, использованного в расчетах (длина сварного шва в опытной сборке минус 1 дюйм [25 мм] с каждого конца). Значение, данное в примечании 3 к рис. 5 рассчитано для шва длиной 6 дюймов [150 мм] (опытного узла длиной 8 дюймов [200 мм]). Значение для длин сварного шва, отличающихся от указанной, отличается в линейной пропорции.

11.3.2 Скругленный индикаторный след – это след на рентгенограмме, длина которого превышает ширину не более чем в три раза. Скругленные индикаторные следы могут иметь круглую, эллиптическую, коническую или неправильную форму и могут иметь «хвосты». Размер скругленного индикаторного следа определяется наибольшим его размером, включая «хвост», если он присутствует. Причиной появления индикаторного следа может быть пористость или шлаковые включения.

11.3.3 Если наибольший размер индикаторного следа не превышает $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм], им можно пренебречь. Испытательные узлы не отвечают требованиям настоящих технических условий, если индикаторные следы на их радиографических снимках превышают наибольшие допустимые значения, показанные на радиографических эталонах (рис. 5).

12. Испытание на растяжение

12.1 В соответствии с процедурой, описанной в разделе «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, один опытный образец для испытаний на растяжение наплавленного металла необходимо вырезать из шва с разделкой кромок (см. п. 9.4 и рис. 2). Номинальный диаметр опытного образца для испытаний на растяжение наплавленного металла должен составлять 0,500 дюйма [12,5 мм] при номинальном отношении базовой длины к диаметру 4:1.

12.2 Испытание образца должно проводиться в соответствии с требованиями, установленными в разделе «Испытания на растяжение» стандарта AWS B4.0 или B4.0M.

12.3 Результаты испытания на растяжение образца металла сварного шва должны отвечать требованиям, установленным в таблице 6.

13. Испытание на изгиб

13.1 Путем механической обработки необходимо изготовить один образец для испытаний на продольный изгиб (в соответствии с таблицей 3) из испытательного узла со швом с разделкой кромок, показанного на рис. 3, как описано в AWS B4.0 или AWS B4.0M. Размеры образца должны быть в соответствии с рис. 3. Подкладку и усиление сварного шва необходимо удалить механическим способом.

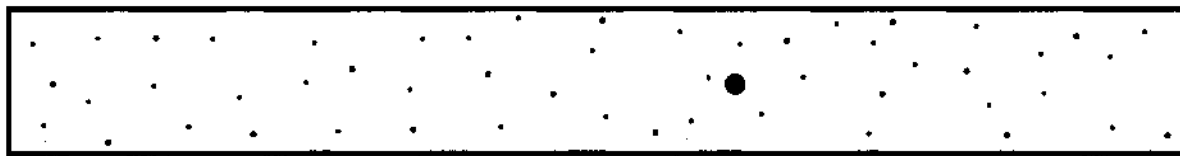
13.2 Испытания должны проводиться в соответствии с требованиями, установленными в разделе «Испытания на изгиб» стандарта AWS B4.0 или B4.0M, путем равномерного изгиба образца на 180 градусов с радиусом $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм]. Для проведения испытания может использоваться любое подходящее зажимное устройство, как указано в разделе «Испытания на изгиб» стандарта AWS B4.0 или AWS B4.0M.

13.3 По завершении испытания радиус изгиба образца должен составлять $\frac{3}{4}$ дюйма [19 мм] с подходящим допуском на упругое последствие, а в растянутой грани образца не должно быть дефектов, превышающих по размеру $\frac{1}{8}$ дюйма [3,2 мм].

14. Испытания углового сварного шва

14.1 Если это указано в таблице 3, необходимо выполнить испытание угловых швов в соответствии с п. 9.6 и рис. 4.

РИС. 5 РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ ЭТАЛОНЫ ДЛЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО УЗЛА, РАЗМЕРОМ $\frac{3}{4}$ ДЮЙМА [19 мм], ПОКАЗАННОГО НА РИС. 2



(А) РАЗЛИЧНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,125 дюйма [3,2 мм] МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 дюймах [150 мм] СВАРНОГО ШВА – 53, СО СЛЕДУЮЩИМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ:

КРУПНЫЕ: ДО 0,125 дюйма [3,2 мм] – РАЗРЕШЕНО – 1.

СРЕДНИЕ: ДО 0,034 дюйма [0,9 мм] – РАЗРЕШЕНО – 17

МЕЛКИЕ: ДО 0,024 дюйма [0,6 мм] – РАЗРЕШЕНО – 35



(В) КРУПНЫЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,125 дюйма [3,2 мм] МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 дюймах [150 мм] СВАРНОГО ШВА – 4.



(С) СРЕДНИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,034 дюйма [0,9 мм] МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 дюймах [150 мм] СВАРНОГО ШВА – 50.



(D) МЕЛКИЕ СКРУГЛЕННЫЕ ИНДИКАТОРНЫЕ СЛЕДЫ

ДОПУСТИМЫЙ РАЗМЕР 0,024 дюйма [0,6 мм] МАКСИМУМ.

РАЗРЕШЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО НА ЛЮБЫХ 6 дюймах [150 мм] СВАРНОГО ШВА – 90.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

- (1) Карта, являющаяся наиболее представительной в отношении размера скругленных индикаторных следов на радиографическом снимке испытательного узла, должна использоваться для определения соответствия данным ТУ. Скругленные индикаторные следы размером менее $\frac{1}{64}$ дюйма [0,4 мм] не учитываются. За размер индикаторного следа принимается его наибольший размер (включая хвостовую часть).
- (2) Настоящие радиографические требования относятся к испытательным сварным швам, выполненным в лабораторных условиях специально для целей классификации. Они являются более строгими по сравнению с теми, с которыми обычно сталкиваются на производстве.
- (3) При использовании альтернативного метода оценки, описанного в п. 11.3.1, суммарная площадь поперечного сечения скругленных индикаторных следов (рассчитанная по измерениям, снятым с радиографического снимка) не должна превышать 0,030 дюйма² [19,4 мм²] на любых 6 дюймах [150 мм] сварного шва.
- (4) Стандарт приемки для шлаковых включений в образце составляет:
 - (a) Длина каждого отдельного следа от шлакового включения: $\frac{5}{16}$ дюйма [8 мм] макс.
 - (b) Общая длина всех следов шлаковых включений: $\frac{15}{32}$ дюйма [12 мм] макс.

ТАБЛИЦА 6
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЮ НА РАСТЯЖЕНИЕ^a

Классификация AWS		Предел прочности на растяжение, мин.		Удлинение ^b
Формат ISO	Традиционное обозначение	фунты/кв. дюйм	МПа	%, мин.
TNi 6082-xy	ENiCr3Tx-y	80 000	550	25
TNi 6062-xy	ENiCrFe1Tx-y			
TNi 6133-xy	ENiCrFe2Tx-y			
TNi 6182-xy	ENiCrFe3Tx-y			
TNi 6002-xy	ENiCrMo2Tx-y	90 000	620	25
TNi 6625-xy	ENiCrMo3Tx-y	100 000	690	25
TNi 6276-xy	ENiCrMo4Tx-y			
TNi 6022-xy	ENiCrMo10Tx-y			
TNi 6117-xy	ENiCrCoMo1Tx-y	90 000	620	25

ПРИМЕЧАНИЯ:

- В состоянии непосредственно после сварки.
- Относительное удлинение должно определяться из расчета базовой длины, равной 4-м базовым диаметрам.

ТАБЛИЦА 7
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ДОПУСКИ ЭЛЕКТРОДОВ^a

Система единиц США		Международная система единиц (СИ)	
Диаметр, дюймы	Допуск, дюймы	Диаметр, мм	Допуск, мм
0,035	±0,002	0,9	+0,02, -0,05
0,040	±0,002	1,0	+0,02, -0,05
0,045	±0,002	...	...
...	...	1,2	+0,02, -0,05
0,052	±0,002	...	...
...	...	1,4	+0,02, -0,05
¹ / ₁₆ (0,062)	±0,002	1,6	+0,02, -0,06
⁵ / ₆₄ (0,078)	±0,003	2,0	+0,02, -0,06
³ / ₃₂ (0,094)	±0,003	2,4	+0,02, -0,06
⁷ / ₆₄ (0,109)	±0,003	2,8	+0,02, -0,06

ПРИМЕЧАНИЕ:

- Электроды других размеров, отличные от указанных, могут изготавливаться с допусками, указанными для следующего большего размера, или по согласованию между покупателем и поставщиком.

Необходимо осмотреть всю поверхность готового углового шва и убедиться в отсутствии трещин и значительных подрезов. После осмотра образец со швом примерно в 1 дюйм (в продольном направлении) необходимо подготовить в соответствии с рис. 4. Одну поверхность поперечного сечения образца необходимо отполировать и протравить, а затем исследовать в соответствии с требованиями п. 14.2.

14.2 На подготовленной поверхности прочерчивают линии, как показано на рис. 6, затем непосредственным измерением определяют катет и выпуклость шва с точностью до ¹/₆₄ дюйма [0,5 мм] (см. рис. 6). Результаты измерений должны соответствовать требованиям, установленным на рис. 6, по таким параметрам как выпуклость, размер изгиба и допустимая разница в длине катетов.

14.2.1 Угловой сварной шов должен иметь проплавление вплоть до или дальше места сопряжения кромок пластин.

14.2.2 Величины катетов и высоты усиления углового шва не должны выходить за пределы, указанные на рис. 6.

14.2.3 Угловой сварной шов не должен иметь признаков растрескивания.

14.2.4 Швы практически не должны иметь подрезов, наплывов, вкраплений шлака и пористости.

15. Метод изготовления

Электроды, классифицированные согласно данным техническим условиям, могут быть изготовлены любым способом, обеспечивающим соответствие изделий требованиям данных технических условий.

16. Стандартные размеры

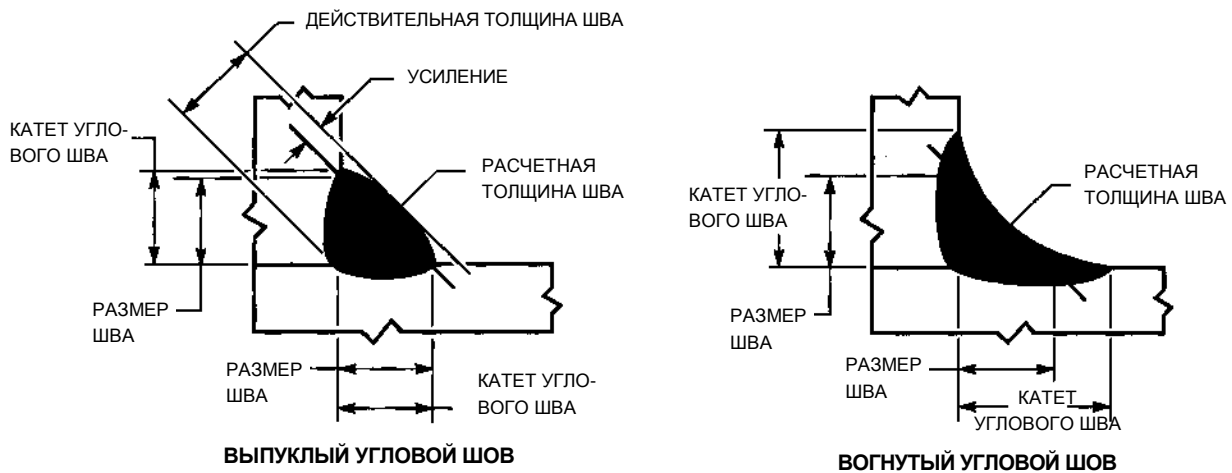
Стандартные размеры электродов в различных формах упаковки (бухты без бобин, бухты с бобинами, барабаны и катушки) представлены в таблице 7 (см. п. 18, Формы упаковки).

17. Отделка и однородность

17.1 Все электроды должны иметь гладкую обработанную поверхность без расщепов, вмятин, царапин, окалины, швов, морщин (исключение составляют продольные соединения) и инородных включений, которые могли бы отрицательно повлиять на сварочные характеристики, работу сварочного оборудования или свойства металла шва.

17.2 Каждый непрерывный отрезок электрода должен быть произведен из одной партии материала, и сварные швы, если есть, должны быть сделаны таким образом, чтобы обеспечить равномерное непрерывное поступление присадочного металла на автоматическом и полуавтоматическом сварочном оборудовании.

РИС. 6 ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАТЕЛЬНОМУ ОБРАЗЦУ С УГЛОВЫМ ШВОМ



Измеренный размер углового шва		Максимальная выпуклость		Максимальная разница длин катетов углового шва	
дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
1/8 и менее	3,0 и менее	5/64	2,0	1/32	0,8
9/64	3,5	5/64	2,0	3/64	1,2
5/32	4,0	5/64	2,0	3/64	1,2
11/64	4,5	5/64	2,0	1/16	1,6
3/16	5,0	5/64	2,0	1/16	1,6
13/64	5,2	5/64	2,0	5/64	2,0
7/32	5,5	5/64	2,0	5/64	2,0
15/64	6,0	5/64	2,0	3/32	2,4
1/4	6,5	5/64	2,0	3/32	2,4
17/64	6,7	3/32	2,4	7/64	2,8
9/32	7,0	3/32	2,4	7/64	2,8
19/64	7,5	3/32	2,4	1/8	3,2
5/16	8,0	3/32	2,4	1/8	3,2
21/64	8,5	3/32	2,4	9/64	3,6
11/32	8,7	3/32	2,4	9/64	3,6
23/64	9,0	3/32	2,4	5/32	4,0
3/8 и более	9,5 и более	3/32	2,4	5/32	4,0

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Размер углового шва равен катету наибольшего вписанного прямоугольного равнобедренного треугольника.
2. Размер углового шва, высота усиления и длина катетов углового шва должны определяться фактическим измерением (с точностью до 1/64 дюйма [0,5 мм]) в плоскости сечения, обозначенного разметочными линиями.

ТАБЛИЦА 8
СТАНДАРТНЫЕ РАЗМЕРЫ И ВЕС УПАКОВКИ^a

Тип упаковки	Размер упаковки				Вес нетто электрода ^b	
		дюймы	мм		фунты	кг
Бухты без бобин		с		с		с
Бухты с бобинами	6 ³ / ₄	ВД	170	ВД	14	6.4
(см. ниже)	12	ВД	300	ВД	25, 30, 50 и 60	11, 14, 23 и 27
Катушки	4	НД	100	НД	1 ¹ / ₂ и 2 ¹ / ₂	0,7 и 1,1
	8	НД	200	НД	10, 15 и 22	4,5, 6,8 и 10
	12	НД	300	НД	25, 30 и 35	11, 14 и 16
	14	НД	360	НД	50 и 60	23 и 27
	22	НД	560	НД	250	110
	24	НД	610	НД	300	140
	30	НД	760	НД	600 и 750	270 и 340
Барабаны	15 ¹ / ₂	НД	400	НД	с	с
	20	НД	500	НД	с	с
	23	НД	600	НД	300 и 600	(140 и 270)
Бухты с бобинами – стандартные размеры и вес						
Размер электрода	Вес нетто бухты ^b		Размеры катушки			
	фунты	кг	Внутренний диаметр гильзы		Ширина спирального электрода	
			дюймы	мм	дюймы (макс.)	мм (макс.)
Все	14	6.4	6 ³ / ₄ ± 1 ¹ / ₈	170 ± 3	3	75
	25 и 30	11 и 14	12 ± 1 ¹ / ₈	305 ± 3	2 ¹ / ₂ или 4 ⁵ / ₈	65 или 120
	50 и 60	23 и 27	12 ± 1 ¹ / ₈	305 ± 3	4 ⁵ / ₈	120

ПРИМЕЧАНИЯ:

- a. Нестандартные размеры и вес допускаются по соглашению между поставщиком и покупателем.
b. Допуск на вес нетто должен составлять ±10 %.
c. По договоренности поставщика и покупателя.

17.3 Компоненты металлического сердечника электродов должны быть достаточно равномерно распределены по их длине, чтобы не ухудшать рабочие характеристики электрода и свойства наплавленного металла шва.

18. Стандартные формы упаковки

18.1 К стандартным формам упаковки относятся бухты с бобиной, бухты без бобины, катушки и барабаны. Стандартные размеры и вес каждой формы упаковки приведены в таблице 8 и на рис. 7 и 8. Иные типы упаковки, другие размеры и вес должны быть согласованы между покупателем и поставщиком.

18.2 Конструкция вкладышей в бухтах с бобиной должна обеспечивать защиту бухт от деформации при обычном обращении и эксплуатации; вкладыши должны быть достаточно сухими и чистыми, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

18.3 Катушки должны иметь такую конструкцию, чтобы предотвратить деформацию катушки и присадочного металла при штатном обращении, и должны быть достаточно чистыми и сухими, чтобы сохранять присадочный металл в чистоте.

19. Требования к намотке

19.1 Электроды на катушках и в бухтах (включая барабаны) должны быть намотаны без перекручивания, извивов, сильных перегибов и перехлестов, чтобы не препятствовать свободному разматыванию электродов. Внешний конец присадочного металла (тот конец, с которого будет начинаться сварка) необходимо пометить, чтобы его можно было легко обнаружить и закрепить, чтобы предотвратить разматывание.

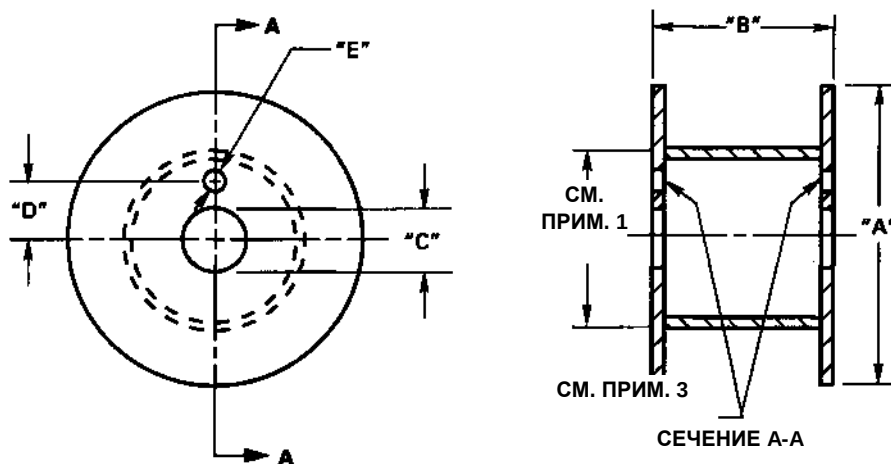
19.2 Укладка витков и наклон винтовой линии электродов в бухтах, на катушках и в барабанах должны обеспечивать непрерывную подачу электрода на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

20. Идентификация присадочного металла

20.1 Информация об изделии и о мерах предосторожности, необходимая согласно п. 22 о маркировке каждой упаковки, должна также быть обозначена на каждой бухте, катушке и барабане.

20.2 Бухты без бобин должны снабжаться этикеткой с такой информацией, прочно прикрепленной к внутреннему концу проволоки присадочного металла в бухте.

РИС. 7 РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ КАТУШЕК ДИАМЕТРОМ 4 ДЮЙМА, 8 ДЮЙМОВ, 12 ДЮЙМОВ И 14 ДЮЙМОВ
[100 MM, 200 MM, 300 MM И 350 MM]

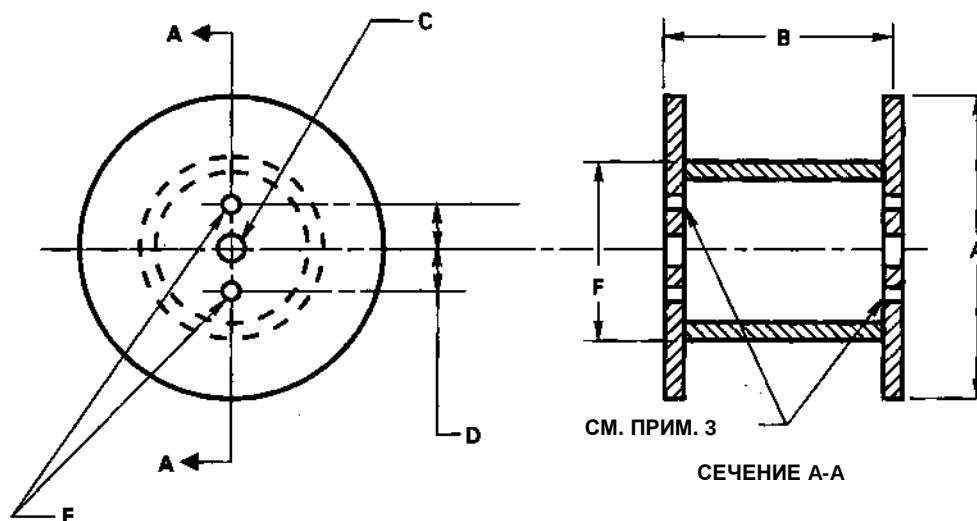


		РАЗМЕРЫ							
		Катушки диаметром 4 дюйма [100 мм]		Катушки диаметром 8 дюймов [200 мм]		Катушки диаметром 12 дюймов [300 мм]		Катушки диаметром 14 дюймов [350 мм]	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, не более (Прим. 4)	4,0	102	8,0	203	12	305	14	355
B	Ширина	1,75	46	2,16	56	4,0	103	4,0	103
	Допуск	$\pm 0,03$	+0, -2	$\pm 0,03$	+0, -3	$\pm 0,06$	+0, -3	$\pm 0,06$	+0, -3
C	Диаметр	0,63	16	2,03	50,5	2,03	50,5	2,03	50,5
	Допуск	+0,01, -0	+1, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	+0,06, -0	+2,5, -0	$\pm 0,06$, -0	+2,5, -0
D	Межосевое расстояние	—	—	1,75	44,5	1,75	44,5	1,75	44,5
	Допуск	—	—	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$	$\pm 0,02$	$\pm 0,5$
E	Диаметр (Прим. 3)	—	—	0,44	10	0,44	10	0,44	10
	Допуск	—	—	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0	+0, -0,06	+1, -0

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Внешний диаметр бобины должен быть достаточным для обеспечения подачи присадочного металла.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть достаточным, чтобы увеличение или смещение цилиндрической части и фланцев не привело к тому, что внутренний диаметр цилиндрической части оказался бы меньше, чем внутренний диаметр фланцев.
3. В каждом из фланцев имеются отверстия, которые необязательно должны быть совмещены. Катушки размером 4 дюйма [100 мм] не имеют отверстий.
4. Метрические измерения и допуски соответствуют стандарту ISO 544, за исключением того, что «А» определяет $\pm$ допуски на номинальном диаметре, а не только плюсовые допуски, которые показаны здесь как максимальные.

РИС. 8 РАЗМЕРЫ СТАНДАРТНЫХ КАТУШЕК (МОТКОВ) ДИАМЕТРОМ 22 ДЮЙМА, 24 ДЮЙМА И 30 ДЮЙМОВ
(560 ММ, 610 ММ И 760 ММ)



РАЗМЕРЫ							
		Катушки диаметром 22 дюйма [560 мм]		Катушки диаметром 24 дюйма [610 мм]		Катушки диаметром 30 дюймов [760 мм]	
		дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
A	Диаметр, макс.	22	560	24	610	30	760
B	Ширина, не более	12	305	13,5	345	13,5	345
C	Диаметр	1,31	35,0	1,31	35,0	1,31	35,0
	Допуск	+0,13, −0	±1,5	+0,13, −0	±1,5	+0,13, −0	±1,5
D	Расстояние от центра до центра	2,5	63,5	2,5	63,5	2,5	63,5
	Допуск	±0,1	±1,5	±0,1, 0	±1,5	±0,1	±1,5
E	Диаметр (Прим. 3)	0,69	16,7	69	16,7	0,69	16,7
	Допуск	+0, −0,06	±0,7	+0, −0,06	±0,7	+0, −0,06	±0,7

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Наружный диаметр цилиндрической части (размер F) должен обеспечивать нормальную подачу электрода.
2. Внутренний диаметр цилиндрической части должен быть таким, чтобы ее набухание или смещение относительно фланцев не приводило к тому, что ее внутренний диаметр станет меньше внутреннего диаметра фланцев.
3. На каждом фланце имеются два отверстия, эти отверстия должны быть совмещены с центральным отверстием.

20.3 Информационный ярлык должен быть надежно закреплен на выступающей части бобины каждой бухты с бобиной.

20.4 Катушки должны иметь такую информацию, прочно закрепленную на видном месте на наружной стороне, по крайней мере, одного фланца.

20.5 В случае барабанов эта информация должна быть четко обозначена на видном месте на боковой стороне барабана.

21. Упаковка

Присадочные металлы должны иметь подходящую упаковку, гарантирующую их защиту от повреждения при транспортировке и хранении в нормальных условиях.

22. Маркировка упаковок

22.1 На наружной стороне каждой отдельной упаковки должна быть разборчиво обозначена как минимум следующая информация:

(1) номер технических условий AWS и классификационные обозначения (год изготовления можно опустить)⁷;

(2) наименование и торговая марка поставщика;

(3) размер и масса нетто;

(4) номер партии, контроля или плавки.

22.2 Информация о мерах предосторожности⁸, приведенная в последнем издании стандарта ANSI Z49.1 (как минимум), или ее аналог, должна быть разборчиво нанесена на все упаковки электродов, в том числе отдельные упаковки, включенные в общую упаковку.

⁷ Классификационное обозначение должно быть выполнено как в формате ISO, так и в традиционном формате (см. таблицу 1).

⁸ Примеры типовых предупреждающих надписей показаны в ANSI Z49.1 для некоторых стандартных и специальных материалов, используемых в определенных процессах.

Приложение А

Руководство к техническим условиям AWS на электроды из никелевого сплава с сердечником из флюса для дуговой сварки

(Данное приложение не является частью AWS A5.34/A5.34M:2007, *Электроды с сердечником из флюса из никелевого сплава для дуговой сварки. Технические условия*, и включено исключительно в информационных целях).

A1. Введение

Цель данного руководства заключается в соотношении классификации электродов с их применением по назначению, чтобы обеспечить эффективное использование данных технических условий. Ссылки на соответствующие технические условия основных металлов приводятся по возможности и в тех местах, где они необходимы. Такие ссылки приводятся исключительно в качестве примера, а не полного перечня металлов, для которых является приемлемым определенный присадочный металл.

A2. Система классификации

A2.1 Международная организация стандартизации (ISO) рассматривает принятие международной системы обозначения присадочных металлов (рис. A1) для никелевых присадочных металлов. Для соответствия технических условий AWS для присадочных металлов международным стандартам, в данных технических

условиях принята новая система обозначений наравне с традиционной. Обе системы обозначений должны использоваться для обозначения присадочного металла.

A2.1.1 В международной системе обозначений, или системе ISO, никелевая присадочная проволока с флюсовым сердечником обозначается буквами «Т» (трубчатый) и «Ni» (никелевый). Четыре цифры основаны на номерах UNS и присваиваются в соответствии с составом.

A2.1.2 За обозначением состава идут две цифры, отмеченные x и y в таблице 1. В соответствии с таблицей 2, «x» означает положение при сварке, а «y» защитный газ (если используется), в соответствии с которыми производитель классифицировал присадочный металл.

A2.2 Традиционная система обозначений (рис. A2) показана в параллельном столбце в таблицах 1–6.

A2.2.1 Буква «Е» в начале каждого обозначения в классификации обозначает электрод.

РИС. A1 КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА A5.34/A5.34M В ФОРМАТЕ ISO

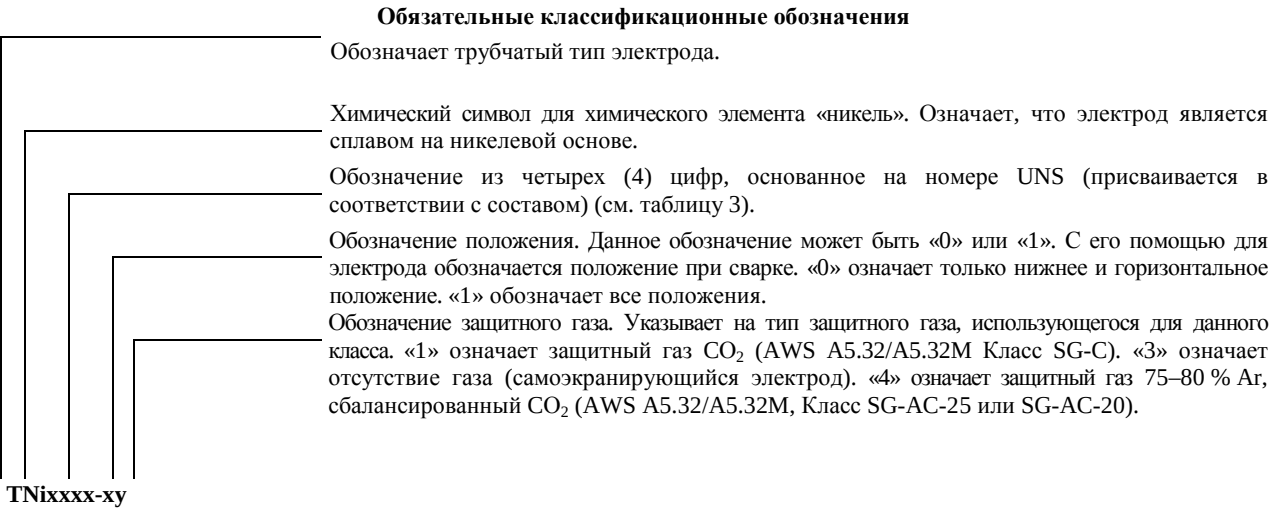
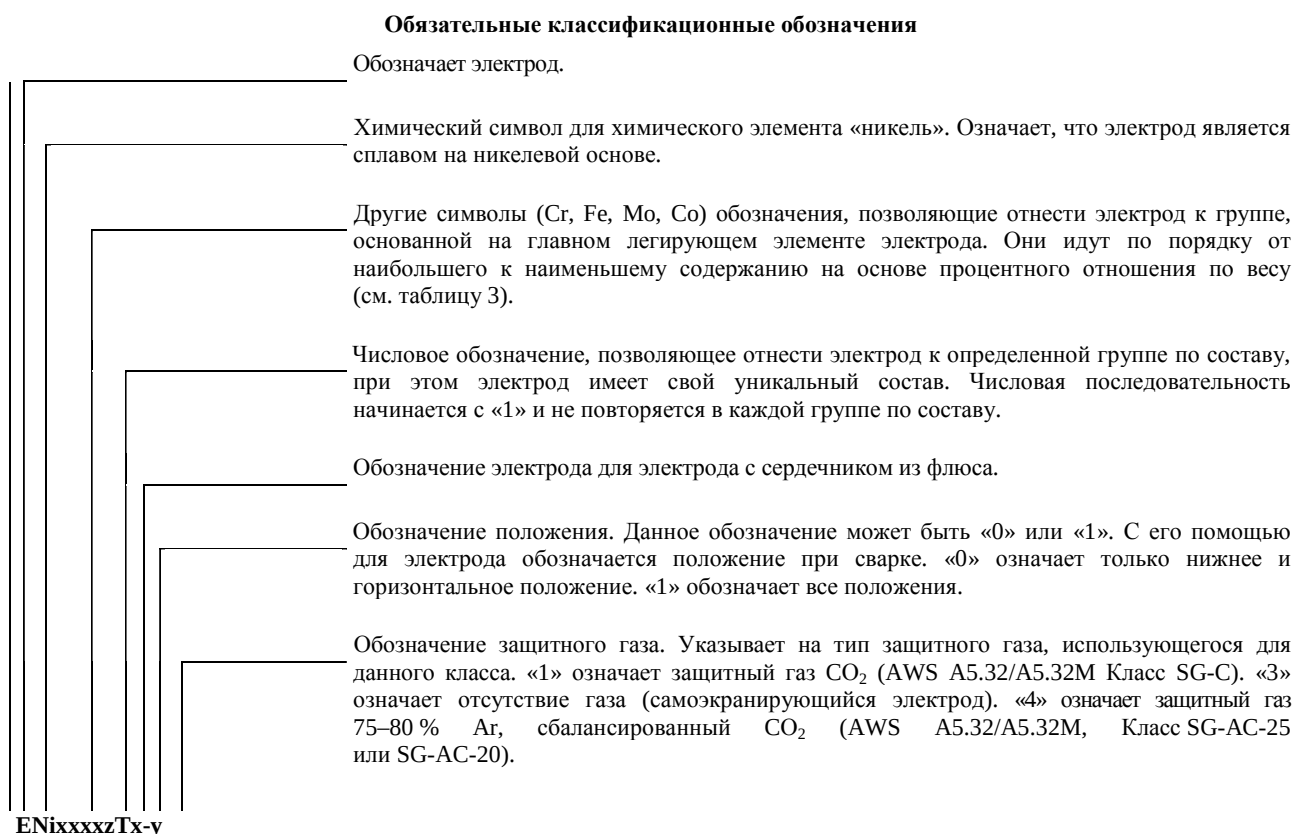


РИС. А2 КЛАССИФИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА А5.34/А5.34М В ТРАДИЦИОННОМ ФОРМАТЕ



Химический символ «Ni» идет сразу за «Е» и используется для обозначения электродов на основе никелевого сплава. Другие символы (Cr, Fe, Mo, Co) в обозначениях предназначены для группирования электродов в зависимости от их основных легирующих элементов. Отдельные члены каждой группы обозначаются цифрой. Данные цифры не повторяются в каждой группе по составу.

А2.2.2 Буква «Т», идущая за химическими символами и их числовым обозначением, используется для обозначения присадочного материала, а именно электрода с сердечником из флюса. В соответствии с системой ISO две цифры, обозначенные «х» и «у», стоят в конце. В соответствии с таблицей 2 «х» обозначает положение при сварке, а «у» защитный газ (если используется) в соответствии с которыми производитель классифицировал присадочный материал.

А2.3 В обеих системах «х» в таблице 1 означает возможность использования электрода в неудобном для сварки положении. В соответствии с таблицей 2 «0» означает исключительно нижнее и горизонтальное положение, а «1» – все положения.

А2.4 В обеих системах символ «у» в таблице 1 означает защитный газ с внешней подачей (если используется): «1» означает использование углекислого газа в качестве защитного (AWS A5.32/A5.32M Класс SG-C), «3» обозначает отсутствие защитного газа, «4» используется для защитного газа 75–80 % аргона, сбалансированного углекислым газом (AWS A5.32/A5.32M Класс SG-AC-25 или SG-AC-20).

А2.5 Многие классификации в данных технических условиях совпадают с классификациями с аналогичным составом в AWS A5.11 и A5.14. Если состав металла сварного шва, наплавленного электродом с сердечником из флюса, в данных технических условиях аналогичен составу, полученному с использованием покрытых электродов (A5.11) и голой электродной проволоки (A5.14), по возможности в данных технических условиях используются те же обозначения состава для соответствующего электрода. Сравнение классификаций дано в таблице А.1.

А3. Приемка

Приемка всех сварочных материалов, классифицированных согласно настоящим техническим условиям, проводится в соответствии со стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Любое испытание, проведение которого покупатель требует от поставщика, для материала, поставляемого в соответствии с настоящими техническими условиями, должно быть четко оговорено в заказе на поставку в соответствии с положениями AWS A5.01. В случае отсутствия такого требования в заказе поставщик вправе поставлять материал по результатам испытаний, обычно проводимых для данного класса материала, как указано в программе F, таблица 1 AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

ТАБЛИЦА А1
СРАВНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИЙ^а

Классификация AWS согласно A5.34/A5.34M		Соответствующая классификация согласно A5.11/A5.11M	Соответствующая классификация согласно A5.14/A5.14M
Формат ISO ^б	Традиционное обозначение		
TNi 6082-xy	ENiCr3Tx-y	...	ERNiCr-3
TNi 6062-xy	ENiCrFe1Tx-y	ENiCrFe-1	ERNiCrFe-5
TNi 6133-xy	ENiCrFe2Tx-y	ENiCrFe-2	ERNiCrFe-6
TNi 6182-xy	ENiCrFe3Tx-y	ENiCrFe-3	...
TNi 6002-xy	ENiCrMo2Tx-y	ENiCrMo-2	ERNiCrMo-2
TNi 6625-xy	ENiCrMo3Tx-y	ENiCrMo-3	ERNiCrMo-3
TNi 6276-xy	ENiCrMo4Tx-y	ENiCrMo-4	ERNiCrMo-4
TNi 6022-xy	ENiCrMo10Tx-y	ENiCrMo-10	ERNiCrMo-10
TNi 6117-xy	ENiCrCoMo1Tx-y	ENiCrCoMo-1	ERNiCrCoMo-1

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Данное сравнение основано исключительно на химическом составе. Механические свойства могут отличаться.
- Формат ISO основан на многоименной системе обозначений в соответствии с приложением IFS 2002: *Указатель международных классификаций присадочного материала для сварки*. Таблица 10 В указанного документа применима к сердечникам из флюса из никелевого сплава. Четырехзначное число относится к обозначениям, используемым для соответствующих покрытых электродов и сплошной присадочной проволоки, обозначенной TNi в данных технических условиях, ENi в A5.11 и ERNi в A5.14.

Проведение испытаний в соответствии с какой-либо другой программой, не указанной в данной таблице, должно быть специально оговорено в заказе на поставку. В таких случаях приемка поставляемого материала осуществляется согласно этим требованиям.

А4. Сертификация

Сам факт размещения обозначений классификации AWS и технических условий на упаковке, содержащей изделие, или на самом изделии свидетельствует о проведении поставщиком (производителем) сертификации, удостоверяющей, что изделие соответствует всем требованиям технических условий. Такая сертификация свидетельствует только о том, что производитель действительно провел требуемые в технических условиях испытания для представительной выборки, и что материал отвечает требованиям данных технических условий. Представительной выборкой в данном случае является любая производственная партия материала данной классификации и того же состава. «Сертификация» не подразумевает проведение каких-либо обязательных испытаний на образцах конкретного поставляемого материала. Испытания не обязательно проводить на конкретном материале поставки. Основанием для «сертификации» согласно данным техническим условиям является классификационное испытание вышеуказанной «представительной выборки» и применяемая производителем Система обеспечения качества производителя, рассмотренная в стандарте AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*.

А5. Вентиляция при сварке

А5.1 В процессе сварки сварщики и операторы сварочных аппаратов работают в дыму, количество которого зависит от пяти основных факторов. Среди них:

- (1) размеры помещения, где производится сварка (особое значение имеет высота потолка);
- (2) количество сварочных аппаратов и операторов сварочных аппаратов, работающих в этом помещении
- (3) скорость выделения дыма, газов или пыли, в зависимости от применяемых при сварке материалов и технологий
- (4) близость сварочных аппаратов или операторов сварочных аппаратов к дыму, выходящему из зоны сварки, и к газам и пыли в рабочем помещении
- (5) вентиляция помещения, где производится сварка.

А5.2 Американский национальный стандарт ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах* (опубликованный Американским обществом сварщиков), посвящен вопросам, касающимся вентиляции, которая требуется во время сварки; за подробной информацией следует обращаться к этому стандарту. Особое внимание уделяется разделу документа, посвященному вентиляции. Более подробно вопросы вентиляции рассмотрены в стандарте AWS F3.2, *Руководство по вентиляции сварочного дыма*.

А6. Сварочные процессы

А6.1 Перед сваркой или нагреванием каких-либо сплавов на основе никеля материал следует очистить.

Масло, смазка, краска, жидкие смазки, маркировочные чернила, температурочувствительные материалы, многокомпонентная смазка для нарезания резьбы, а также другие аналогичные материалы часто содержат серу, свинец, фосфор и другие загрязняющие поверхность вещества, которые могут вызвать образование трещин (хрупкость) основного металла или металла сварного шва во время сварки или нагревания.

A6.2 Электроды некоторых классов используются для получения сварных швов разнородных металлов. При выполнении таких сварных швов важно получить как можно меньше примеси за счет одного из элементов разнородных металлов (например, стали). Это может быть осуществлено путем медленного перемещения, позволяющего наплавлять широкий валик и рассеивать энергию дуги по расплавленному металлу на основе никеля, а не по стали.

A6.3 Электроды с сердечником из флюса могут также поглощать значительное количество влаги при хранении во влажных условиях в поврежденной или открытой таре, и особенно на протяжении длинных промежутков времени. При чрезмерном воздействии могут существенно ухудшиться свойства свариваемости и целостности сварного шва. Если электрод был подвержен подобным влияниям, необходимо проконсультироваться с производителем о возможных способах восстановления электрода.

A7. Описание электродов и их использование по назначению

A7.1 Класс никелехромовый сплав

A7.1.1 TNi 6082-xy и ENiCr3Tx-y. Номинальный состав (в % по массе) этого металла сварного шва выражен так: 72 Ni; 20 Cr; 3 Mn, 2,5 Nb (+ Ta). Электроды данного класса используются для сварки никелехроможелезных сплавов, сварки разнородных металлов на основе никелевого сплава, для сварки сталей, плакированных никелехроможелезным сплавом со стороны плакировки, для наплавления на поверхность стали металла сварного шва на основе никелехроможелезного сплава, а также для сварки углеродистых и низколегированных сталей с никелевыми сплавами и аустенитными нержавеющими сталями. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B 163, B 166, B 167 и B 168, причем все эти металлы имеют номер UNS N06600.

A7.2 Класс никелехроможелезный сплав

A7.2.1 TNi 6062-xy и ENiCrFe1Tx-y. Номинальный состав (в % по массе) этого металла сварного шва выражен так: 73 Ni, 15 Cr, 8 Fe, 2,5 Mn, 2,5 Nb (+ Ta). Электроды данного класса используются для сварки никелехроможелезных сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехроможелезным сплавом со стороны плакировки и для наплавления на поверхность стали металла сварного шва на основе никелехроможелезного сплава. Данный электрод также пригоден для сварки стали со сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B163, B166, B167 и B168, причем все эти металлы имеют номер UNS N06600.

A7.2.2 TNi 6133-xy и ENiCrFe2Tx-y. Номинальный состав (в % по массе) этого металла сварного шва выражен так: 70 Ni, 15 Cr, 8 Fe, 2 Mn, 2 Nb (+ Ta), 1,5 Mo. Электроды данного класса применяются для

сварки никель-хром-железо сплавов, 9 % никелевой стали и разнообразных соединений разнородных металлов (включая углеродистую сталь, низколегированную сталь, нержавеющую сталь, никель и сплавы на основе никеля). Основные металлы могут быть коваными или литыми (свариваемых марок), либо теми и другими. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B 163, B 166, B 167 и B 168, причем все эти металлы имеют номер UNS N06600. Металл сварного шва данного класса более устойчив к растрескиванию по сравнению с металлом классов TNi6062-xy и ENiCrFe1Tx-y.

A7.2.3 TNi 6182-xy и ENiCrFe3Tx-y. Номинальный состав (в % по массе) этого металла сварного шва выражен так: 67 Ni, 15 Cr, 7 Fe, 7,5 Mn, 2 Nb (+ Ta). Электроды данного класса используются для сварки никелехроможелезных сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехроможелезным сплавом со стороны плакировки, а также ферритовой хромистой сталью, и для наплавления на поверхность стали металла сварного шва на основе никелехроможелезного сплава в случаях, когда достаточно высокое содержание марганца в металле сварного шва не ухудшает эксплуатационных свойств. Данный электрод часто используется для сварки углеродистой стали и низколегированных сталей с аустенитной нержавеющей сталью и никелевыми сплавами. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B 163, B 166, B 167 и B 168, причем все эти металлы имеют номер UNS 06600. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехроможелезного сплава, являются ASTM B 407, B 409, B 512 и B 564, причем все эти металлы имеют номер UNS N08800. Металл сварного шва данного класса более устойчив к растрескиванию по сравнению с металлом классов TNi6062-xy (ENiCrFe1-Txy) и TNi6133-xy (ENiCrFe2Tx-y).

A7.3 Класс никелехромомолибденовый сплав

A7.3.1. TNi 6002-xy и ENiCrMo2Tx-y. Номинальный состав (в % по массе) напавленного металла, образованного электродами этого класса, соответствует 47 Ni, 22 Cr, 18 Fe, 9 Mo, 1,5 Co. Электроды этого класса применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелехромомолибденовым сплавом со стороны плакировки, и для сварки никелехромомолибденового сплава со сталью и другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B 435, B 572, B 619, B 622 и B 626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06002.

A7.3.2 TNi 6625-xy и ENiCrMo3Tx-y. Номинальный состав (в % по массе) этого металла сварного шва выражен так: 60 Ni, 22 Cr, 9 Mo, 3 Fe, 3,6 Nb (+ Ta). Электроды данного класса применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов и никележелезохромовых сплавов с этими же сплавами и со сталью, а также для наплавления металла шва из никелехромомолибденового сплава на поверхность стали. Эти электроды могут использоваться также для сварки стали с другими сплавами на основе никеля. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B 443, B 444 и B 446, причем

все эти металлы имеют номер UNS N06625. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никележелезохромового сплава, являются ASTM B 407, B 409, B 514 и B 564, причем все эти металлы имеют номер UNS N08800.

A7.3.3 TNi 6276-ху и ENiCrMo4Tx-у.

Номинальный состав (в % по массе) этого металла сварного шва выражен так: 57 Ni, 16 Mo, 15,5 Cr, 5,5 Fe, 4 W, низкое содержание C. Электроды данного класса используются для сварки низкоуглеродистых никелехромомолибденовых сплавов со сталями или другими никелевыми сплавами, а также для сварки сталей, плакированных низкоуглеродистыми NiCrMo сплавами со стороны плакировки. Типичными техническими условиями на основной металл, состоящий из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B 574, B 575, B 619, B 622 и B 626, причем все эти металлы имеют номер UNS N10276.

A7.3.4. TNi 6022-ху и ENiCrMo1Tx-у.

Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этого класса, соответствует 56 Ni, 22 Cr, 13 Mo, 4 Fe, 3 W. Электроды этого класса применяются для сварки никелехромомолибденовых сплавов, для сварки сталей, плакированных никелевыми сплавами со стороны плакировки, и для сварки никелехромомолибденовых сплавов. Типичными техническими условиями на основные металлы, состоящие из никелехромомолибденового сплава, являются ASTM B 574, B 575, B 619, B 622 и B 626, причем все эти металлы имеют номер UNS N06022.

A7.4 Класс никелехромокобальтомолибденовый сплав

A7.4.1. TNi 6117-ху и ENiCrCoMo1Tx-у.

Номинальный состав (в % по массе) наплавленного металла, образованного электродами этого класса, соответствует 52 Ni, 23 Cr, 12 Co, 9 Mo, 2 Fe, 1,5 Mn. Электроды данного класса применяются для сварки никелехромокобальтомолибденовых сплавов (номер по UNS N06617) с этими же сплавами и со сталями для наплавки поверхности из никелехромокобальтомолибденового наплавленного металла. Электроды также используются в областях применения, где требуется оптимальная прочность и устойчивость к окислению в температурном диапазоне от 1500 °F [820 °C] до 2100 °F [1150 °C], в особенности при наплавлении основных металлов никележелезохромовых сплавов.

A8. Механические испытания

Во время механических испытаний, необходимых для классификации электрода в соответствии с данными техническими условиями, измеряется предел прочности и пластичность. Данные свойства иногда менее важны, чем устойчивость к коррозии и жаростойкость данных металлов сварного шва. Тем не менее, механические испытания (испытание на растяжение и изгиб), как и радиографические испытания, выявляют дефекты металла сварного шва, если они есть, которые могут привести или способствовать преждевременному разрушению при эксплуатации.

A9. Специальные испытания

Для определения пригодности материалов к некоторым видам применения могут потребоваться дополнительные испытания. Целью таких испытаний является определение специальных характеристик, таких как коррозионная стойкость, окислительная стойкость или прочность при высокой или криогенной температуре. Положения о заказе таких

испытаний устанавливаются стандартом AWS A5.01, *Металлы присадочные. Руководство по поставке*. Данный раздел приводится в качестве руководства для всех, кто пожелает оговорить такие специальные испытания, проведение которых возможно по согласованию между поставщиком и покупателем.

A9.1 Испытания на стойкость к коррозии и образованию окисления. Хотя сварные швы, полученные с помощью электродов, рассматриваемых в настоящих технических условиях, обычно используются как коррозионностойкие и термостойкие, испытания на определение этих свойств не включены в настоящие технические условия. При необходимости в конкретном случае применения испытания могут проводиться на образцах, взятых либо из наплавки, либо из сварного соединения. Образцы, отобранные из соединения, пригодны для проведения квалификационной оценки сварочных процедур (в случае специального применения, где имеет значение стойкость к коррозии и окислению), но не для квалификационной оценки электрода. Недостатком является то, что при испытании образцов, отобранных из сварного соединения, определяются совокупные свойства металла сварного шва, зоны термического воздействия основного металла и не затронутого сваркой основного металла. С учетом всех этих факторов получение воспроизводимых результатов затруднительно (если существует различие свойств материалов в разных частях образца). Образцы, отобранные из соединения, имеют то преимущество, что они способны воспроизвести схему соединения и последовательность операций сварки, планируемые при изготовлении.

A9.1.1 Образцы для определения стойкости к коррозии или окислению только металла сварного шва подготавливаются в соответствии с процедурой, описанной в пункте 9.3 настоящих технических условий. Наплавленная поверхность должна составлять не менее $\frac{3}{4}$ дюйма [20 мм] в высоту, $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм] в ширину и $1 + \frac{5}{8}n$ дюйма [$25 + 16n$ мм] в длину, где n – количество образцов, отобранных из наплавленной поверхности. Образцы размером $\frac{1}{2} \times 2 \times \frac{1}{4}$ дюйма [$13 \times 50 \times 6$ мм] получают механической обработкой из верхней части наплавленного слоя таким образом, чтобы сторона образца размером 2 дюйма [50 мм] была параллельна ширине наплавленного слоя $2\frac{1}{2}$ дюйма [65 мм], а сторона образца размером $\frac{1}{2}$ дюйма [13 мм] – параллельна длине этого слоя.

A9.1.2 Перед испытаниями термообработка, чистовая обработка поверхности и маркировка образцов должны производиться в соответствии с установившейся практикой проведения испытаний аналогичных сплавов в ковеной или литой формах. Методика испытания должна соответствовать документу ASTM G 4, *Стандартная методика проведения заводских испытаний на коррозионную стойкость*, или ASTM G 31, *Рекомендованная методика лабораторного испытания металлов на коррозионную стойкость методом погружения*.

A10. Общие положения по технике безопасности

A10.1 Вопросы по технике безопасности и охраны труда выходят за рамки настоящего стандарта и, следовательно, не рассматриваются здесь в полном объеме. Некоторая информация по технике безопасности и охране труда содержится в приложении А, пункт А5. Информация по технике безопасности и охране труда имеется в других источниках, которые включают (помимо прочего) Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности, перечисленные в п. А10.3,

ANSI Z49.1, *Техника безопасности при сварке, резке и сопутствующих процессах*, а также соответствующие федеральные и местные нормативные документы.

A10.2 Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда. Информационные бюллетени по технике безопасности и охране труда, перечисленные ниже, опубликованы Американским обществом сварщиков (AWS). Они доступны для пользования непосредственно на Интернет-сайте AWS по адресу: <http://www.aws.org>. Информационные бюллетени по охране труда и технике безопасности регулярно пересматриваются с введением дополнительных бюллетеней.

A10.3 Указатель информационных бюллетеней по охране труда и технике безопасности AWS (SHF)¹⁰

№ Название

1	Дымы и газы
2	Излучение
3	Шум
4	Хром и никель в сварочных дымах
5	Поражение электрическим током

⁹ ANSI Z49.1 опубликовано Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

¹⁰ Стандарты AWS опубликованы Американским обществом сварщиков, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL 33126.

6	Предотвращение пожаров и взрывов
7	Защита от ожогов
8	Опасность механического повреждения
9	Опасность спотыкания и падения
10	Повреждение падающими предметами
11	Ограниченное пространство
12	Ношение контактных линз
13	Эргономика в месте проведения сварочных работ
14	Графические обозначения на ярлыках с предупредительными надписями
15	Рекомендации по оформлению документации по охране труда и технике безопасности
16	Использование электрокардиостимуляторов при сварочных работах
17	Электрическое и магнитное поля (EMF)
18	Маркировка с указанием на необходимость выключения
19	Меры безопасности при лазерной сварке и резке
20	Меры безопасности при электродуговой металлизации
21	Контактная точечная сварка
22	Воздействие кадмия при сварке и сопутствующих процессах
23	Законодательная норма штата Калифорния 65
24	Флюсы для дуговой сварки и пайки твердым припоем: безопасное обращение и использование
25	Отравление парами металла
26	Расстояние наблюдения дуги
27	Электроды из тарированного вольфрама
28	Меры безопасности при кислородно-газовой резке: обратные клапаны и предохранительные затворы
29	Заземление переносных и установленных на транспортном средстве сварочных генераторов
30	Цилиндры: безопасное хранение, обращение и эксплуатация
31	Защита лица и глаз при работах по сварке и резке

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ I

СТАНДАРТНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В

ФОРМУЛАХ

ТАБЛИЦА 1-1
СТАНДАРТНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ
В ФОРМУЛАХ

Физическая величина	Система единиц США	Система единиц (СИ)
Линейные размеры (например, длина, высота, толщина, радиус, диаметр)	дюйм	миллиметр (мм)
Площадь	кв. дюйм (дюйм ²)	кв. миллиметр (мм ²)
Объем	куб. дюйм (дюйм ³)	куб. миллиметр (мм ³)
Момент сопротивления сечения	куб. дюйм (дюйм ³)	куб. миллиметр (мм ³)
Момент инерции сечения	дюйм ⁴ (дюйм ⁴)	миллиметр ⁴ (мм ⁴)
Масса (вес)	фунт массы	килограмм (кг)
Сила (нагрузка)	фунт силы	Ньютон (Н)
Изгибающий момент	дюймо-фунт	Ньютон-миллиметр (Н-мм)
Давление, напряжение, интенсивность напряжения и модуль упругости	фунт на кв. дюйм	мегапаскаль (МПа)
Энергия (например, значения при испытаниях на удар по Шарпи)	фут-фунт	Джоуль (Дж)
Температура	градус Фаренгейта (°F)	градус Цельсия (°C)
Абсолютная температура	градус Ренкина (R)	градус Кельвина (K)
Вязкость разрушения	кфунт/кв.дюйм кв. корень из дюйма	МПа кв. корень из метра (МПа м)
Угол	градус или радиан	градус или радиан
Производительность котла	Брит. тепл. ед./час	Ватт (Вт)

