



Стандартные методы испытаний и определения для механических испытаний стальной продукции¹

Настоящий стандарт выпускается под неизменным обозначением A370; номер, следующий непосредственно за обозначением, указывает на год исходного выпуска или, в случае измененной редакции, год последней редакции. Номер в скобках указывает год последнего повторного утверждения. Надстрочный индекс с буквой эpsilon (ϵ) указывает на наличие редакторских правок с момента выпуска последней редакции или повторного утверждения.

Настоящий стандарт был утвержден к применению ведомствами Министерства обороны США.

1. Область применения*

1.1 Данный метод² охватывает процедуры и определения механического испытания сталей, нержавеющей сталей и сопутствующих сплавов. Разнообразные механические испытания, описанные далее, используются для определения свойств, требуемых в соответствии со спецификацией продукции. Изменений в методах испытаний следует избегать, и в целях достижения повторяемых и сопоставимых результатов следует придерживаться стандартного метода испытаний. В тех случаях, когда требования к испытанию определенной продукции являются уникальными или отличаются от требований к общим процедурам, необходимо проведение контроля соблюдения требований к проведению испытания технических характеристик изделия.

1.2 В рамках документа рассматриваются следующие механические испытания:

	Разделы
Растяжение	От 6 до 14
Изгиб	15
Твердость	16
По Бринеллю	17
По Роквеллу	18
Портативное оборудование	19
Удар	От 20 до 29
Ключевые слова	30

1.3 Приложения, в которых рассматриваются подробности, характерные для определенной продукции, также прилагаются к следующим методам испытаний:

	Приложения
Прутковая арматура	A1.1
Трубчатые изделия	Приложение A2
Крепек	Приложение A3
Продукция круглого сечения	Приложение A4
Значимость испытания образца с надрезом на ударную вязкость	Приложение A5
Коэффициент перевода значения удлинения круглых образцов в эквивалентное значение для плоских образцов	Приложение A6
Испытание многожильной скрутки	Приложение A7
Округление данных, полученных в результате испытания	Приложение A8
Методы испытания прутков из армированной стали	Приложение A9
Методика использования контроля моделирования теплового цикла	Приложение A10

1.4 Значения указаны в единицах фунт-дюйм и должны быть приняты в качестве стандартных.

¹ Настоящий метод испытания находится в ведении Комитета ASTM A01, Сталь, нержавеющая сталь и родственные сплавы, а непосредственную ответственность за него несет Подкомитет A01.13 по Механическим и химическим испытаниям, а также методам обработки стальной продукции и процессам.

Настоящее издание было утверждено 15 мая 2014 г. Опубликовано в июле 2014 г. Первоначально утверждено в 1953 г. Предпоследнее издание утверждено в 2013 г. под обозначением A370 – 13. DOI: 10.1520/A0370-14.

² Для применения *Кода ASME по котлам и сосудам под давлением* см. соответствующие Технические условия SA-312 в Разделе II данного Кода.

1.5 Если на данный документ дается ссылка в рамках технических условий на продукцию в метрической системе СИ, значения текучести и растяжения могут быть определены в фунт-дюймах (ksi), а потом конвертированы в систему СИ (МПа). Относительное удлинение, определенное в фунт-дюймах рабочей длины, 2 или 8 дюймов, может быть занесено в отчет в системе СИ, 50 или 200 мм рабочей длины, соответственно. И напротив, если на данный документ дается ссылка в рамках технических условий на продукцию в системе фунт-дюйм, значения текучести и растяжения следует первоначально определить по системе СИ (МПа), а потом перевести в систему фунт-дюйм (ksi). Относительное удлинение, определенное в системе СИ, с базовой длиной 50 или 200 мм, может быть занесено в отчет в фунт-дюйм рабочей длины, 2 или 8 дюйма, соответственно.

1.6 При возникновении необходимости в информации по критерию оценки испытательных лабораторий, следует обратиться к ISO/IEC 17025.

1.7 *Настоящий стандарт не ставит целью описание всех проблем безопасности, если они имеются, связанных с его использованием. В обязанности пользователя настоящего стандарта входит определение надлежащих методов техники безопасности и охраны труда, а также определение применимости нормативных ограничений перед его использованием.*

2. Ссылочные документы

2.1 Стандарты ASTM³

A623 Технические условия на продукцию жестеπροкатного стана. Общие требования

A623M Технические условия на продукцию жестеπροкатного стана. Общие требования [метрическая система]

A703/A703M Технические условия на стальные отливки, общие требования для деталей, находящихся под давлением

A781/A781M Технические условия на отливки из стали и сплавов, общие требования для промышленного использования

A833 Практическое руководство по определению твердости на вдавливание металлических материалов посредством различных приборов измерения твердости

A956 Метод испытания для определения твердости по Либу изделий из стали

A1038 Метод испытания для мобильного определения твердости посредством ультразвукового контактного импеданса

³ Для ознакомления с упомянутыми стандартами ASTM посетите веб-сайт ASTM, www.astm.org, или свяжитесь со Службой заказчиков ASTM по адресу service@astm.org. Для получения информации по Ежегодному сборнику стандартов ASTM обратитесь к сводной странице по стандартам на веб-сайте ASTM.

E4 Практическое руководство по динамометрической проверке испытательных машин

E6 Терминология, относящаяся к методам механических испытаний

E8/E8M Метод испытания на растяжение металлических материалов

E10 Метод испытания по определению твердости по Бринеллю металлических материалов

E18 Метод испытания по определению твердости по Роквеллу металлических материалов

E23 Метод испытания на ударную вязкость образца с надрезом для металлических материалов

E29 Руководство по использованию значащих цифр в испытательных данных в целях определения соответствия спецификациям

E83 Руководство по верификации и классификации систем экстензометров

E110 Метод испытания твердости на вдавливание металлических материалов посредством портативных приборов для определения твердости

E190 Метод испытания управляемым изгибом для определения пластичности сварных швов

E290 Метод испытания изгибом для определения пластичности материалов

2.2 Документы ASME:⁴

Код ASME по котлам и сосудам под давлением, секция VIII, раздел I, часть UG-8

2.3 Стандарты ISO:⁵

ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

3 Значение и применение

3.1 Основным назначением настоящих методов испытания являются испытания по определению заданных механических свойств стали, нержавеющей стали и продуктов родственных сплавов для оценки соответствия таких продуктов техническим условиям на материал в ведении Комитета 01 ASTM и его подкомитетов согласно указаниям покупателя в заказе на покупку или договоре.

3.1.1 Настоящие методы испытаний могут быть использованы и используются другими Комитетами ASTM и другими органами, занимающимися написанием стандартов, для целей испытаний на соответствие.

3.1.2 Состояние материала во время испытаний, частота отбора проб, местоположение и ориентация образца, требования к отчету и другие параметры испытаний содержатся в соответствующих технических условиях на материал или в Общих технических требованиях для отдельных форм продукции.

3.1.3 Некоторые технические условия на материал требуют использования дополнительных методов испытаний, не описанных в настоящем документе; в таких случаях требуемый метод испытания описывается в технических условиях на этот материал или путем отсылки к другому стандарту на подходящий метод испытания.

3.2 Настоящие методы испытаний также подходят для использования в испытаниях стали, нержавеющей стали и материалов родственных сплавов для других целей, таких как входной приемочный контроль материала покупателем или оценка компонентов после воздействия в ходе эксплуатации.

3.2.1 Как и при любых механических испытаниях, отклонения от предельных значений технических условий или

ожидаемых свойств в состоянии после изготовления могут возникнуть по веским причинам помимо дефектности исходной готовой продукции. Такие причины включают, но не ограничиваются следующими: последовательное ухудшение эксплуатации из-за воздействия окружающей среды (например, температура, коррозия); влияние статического или циклического рабочего напряжения, механические повреждения, неоднородность материала, анизотропная структура, натуральное старение определенных сплавов, дальнейшая обработка, не предусмотренная техническими условиями, ограничения на отбор проб и неопределенность калибровки измерительного оборудования. Существует статистическая вариация во всех сферах механических испытаний и ожидаемыми являются вариации результатов предыдущих испытаний. При интерпретации результатов испытаний должно присутствовать понимание возможных причин отклонения от заданных или ожидаемых испытательных значений.

4. Общие меры предосторожности

4.1 Такие методы производства, как гибка, формовка и сварка или действия, включающие в себя нагревание, могут повлиять на свойства материала, подвергающегося испытаниям. Таким образом, технические условия на продукцию рассматривают ту стадию производства, при которой проводятся механические испытания. Свойства, определенные в результате испытания до начала производства, не обязательно должны совпадать со свойствами продукции после завершения производства.

4.2 Образцы с ненадлежащей механической обработкой должны быть отбракованы и заменены на другие образцы.

4.3 Дефекты образца также могут повлиять на результат. Если в каком-либо из образцов выявлены дефекты, следует провести повторные испытания в соответствии с техническими условиями на продукцию.

4.4 Если какой-либо из испытываемых образцов выходит из строя по причинам механического характера, например, вследствие отказа испытательного оборудования или ненадлежащей подготовки образцов, он может быть отбракован, и вместо него может быть взят другой образец.

5. Ориентация испытываемых образцов

5.1 Термины "продольное испытание" и "поперечное испытание" используются только в технических условиях на материал для ковальной продукции и неприменимы для отливок. Когда данные термины применяются по отношению к пробным или испытываемым образцам, можно использовать следующие определения:

5.1.1 Термин *продольное испытание*, если не указано иное, обозначает, что продольная ось образца располагается параллельно направлению наибольшего расширения стали во время проката иликовки. Напряжение, приложенное к образцу, используемому для испытания на продольный изгиб, определяет направление наибольшего расширения, и ось сгиба образца для испытания на продольный изгиб находится под прямым углом к направлению наибольшего расширения (Рис. 1, Рис. 2а и 2б).

5.1.2 Термин *поперечное испытание*, если не указано иное, обозначает, что продольная ось образца расположена под прямым углом к направлению наибольшего расширения стали во время проката иликовки. Направление напряжения, приложенного на поперечный образец для испытания на растяжение, находится под прямым углом к направлению наибольшего расширения, и ось сгиба поперечного образца для испытания на изгиб располагается параллельно направлению наибольшего расширения. (Рис. 1).

5.2 Термины "радиальное испытание" и "тангенциальное испытание" используются для ковальной продукции круглой формы, не являющейся отливками. Когда данные термины применяются по отношению к пробным или испытываемым образцам, можно использовать следующие определения:

⁴ Можно получить в Американском институте инженеров-механиков (ASME), ASME International Headquarters, Two Park Ave., New York, NY 10016-5990, <http://www.asme.org>.

⁵ Можно получить в Американском Национальном Институте по Стандартизации (ANSI), 25W. 43rd St. 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

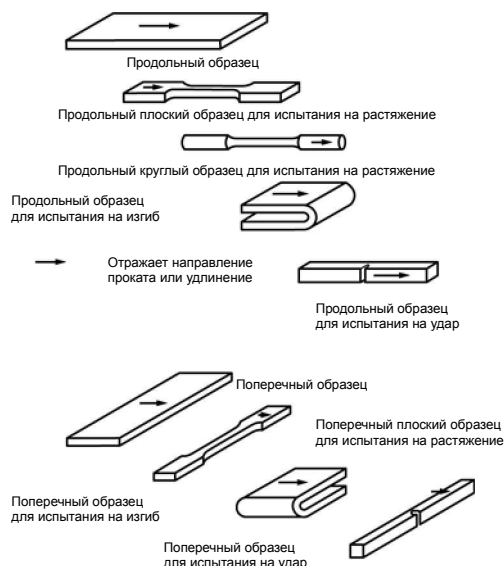


РИС. 1 Связь пробных образцов и испытываемых образцов с направлением проката или расширения (применено для ковальной продукции, в целом)

5.2.1 Термин *радиальное испытание*, если не указано иное, обозначает, что продольная ось образца располагается перпендикулярно оси продукции и совпадает с одним из радиусов круга, изображенного так, что его центр располагается на одной из точек оси (Рис. 2а).

5.2.2 Термин *тангенциальное испытание*, если не указано иное, обозначает, что продольная ось образца располагается перпендикулярно оси продукции и является касательной к кругу, изображенному так, что его центр располагается на одной из точек оси (Рис. 2а, 2б, 2с и 2д).

ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ

6. Описание

6.1 Испытание на растяжение связано с механическим испытанием стальной продукции, представляющей собой обработанный на станке образец или образец с полным сечением, под нагрузкой, достаточной для появления трещин. Искомые свойства, являющиеся результатом испытаний, рассматриваются в Терминологии Е6.

6.2 Общая характеристика испытательного оборудования и методов испытания приведена в Е8/Е8М. Кроме того, при применении метода испытаний Е8/Е8М существует ряд исключений при испытании сталей, которые рассматриваются в рамках данного метода испытаний.

7. Терминология

7.1 При определении терминов, имеющих отношение к испытанию на растяжение, включающих в себя такие термины, как прочность на растяжение, точка текучести, предел текучести, удлинение и сужение, следует давать ссылку на Терминологию Е6.

8. Испытательная установка и функционирование

8.1 Система нагружения — Существуют два основных типа систем нагружения: механическая (винтовая) и гидравлическая. Преимущественно, они различаются по коэффициенту приложения нагрузки. Более старые винтовые станки ограничены небольшим количеством фиксированных

свободно двигающихся траверс. Некоторые современные винтовые машины и все гидравлические машины позволяют осуществлять плавное варьирование скоростей во всем диапазоне.

8.2 Машина для проведения испытания на растяжение должна содержаться в исправном рабочем состоянии, использоваться только при надлежащем уровне загрузки и периодически калиброваться в соответствии с последней ревизией руководства Е4.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Многие машины оборудованы самозаписывающим устройством для показателей растяжения-сжатия в целях построения кривой зависимости деформации от напряжения. Следует отметить, что составляющая для замера нагрузки некоторых записывающих устройств отделена от указателя нагрузки установки для испытаний. Такие записывающие устройства калибруются отдельно.

8.3 Нагружение — представляет собой функцию захватывающего или удерживающего механизма испытательной машины, использующуюся для перемещения нагрузки от головки машины к испытываемому образцу. Основным требованием является передача нагрузки в осевом направлении. Таким образом, центр приложения зажимов будет располагаться на оси, соосной с осью оборудования в начале испытания и во время его проведения, в целях избежания гибки и скручивания образца.

Для образцов с уменьшенным сечением закрепление образца должно происходить строго при помощи зажимной области. В случае проведения испытаний на полноразмерных образцах, в некоторых случаях невозможно избежать осевой нагрузки, и она должна быть приемлемой.

8.4 Скорость проведения испытания — Скорость проведения испытания не должна превышать скорость, при которой можно четко снять показания нагрузки и деформации. При испытании продукции, скорость проведения испытания обычно выражается посредством: (1) скорости свободного хода траверсы (скорости движения траверсы ненагруженной машины), (2) скорости расхождения захватов нагруженной испытательной машины, (3) скорости нагружения образца или (4) скорости деформирования образца. Нижеследующие ограничения по скорости проведения испытания рекомендуется применять к большинству типов стальной продукции:

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Испытания на растяжение с использованием машины с обратной связью (с контролем скорости) не должны проводиться с использованием устройства регулирования нагрузки, т.к. этот тип испытания приводит к ускорению хода траверсы и деформации, а также увеличению значения предела текучести.

8.4.1 Любая приемлемая скорость проведения испытания может использоваться при половинном значении точки текучести или предела текучести. Когда достигается это значение, скорость свободно двигающейся траверсы не должна превышать значения $\frac{1}{16}$ дюйма в минуту на дюйм уменьшенного сечения, или на расстоянии между зажимами не должно быть уменьшенного сечения. Данную скорость следует поддерживать посредством значений точки текучести и предела текучести. При определении предела прочности на разрыв, скорость свободного движения при расхождении захватов не должна превышать $\frac{1}{2}$ дюйма/мин на дюйм уменьшенного сечения, или на расстоянии между зажимами не должно быть уменьшенного сечения. В любом случае, минимальная скорость проведения испытания не должна быть ниже, чем $\frac{1}{10}$ от заданной максимальной скорости определения точки текучести и предела текучести.

8.4.2 Возможно установить скорость работы испытательной машины посредством установки скорости движения траверсы, близкой к вышеуказанным значениям, в том случае, если скорость расхождения захватов нагруженной испытательной машины меньше, чем указанное значение скорости движения траверсы.

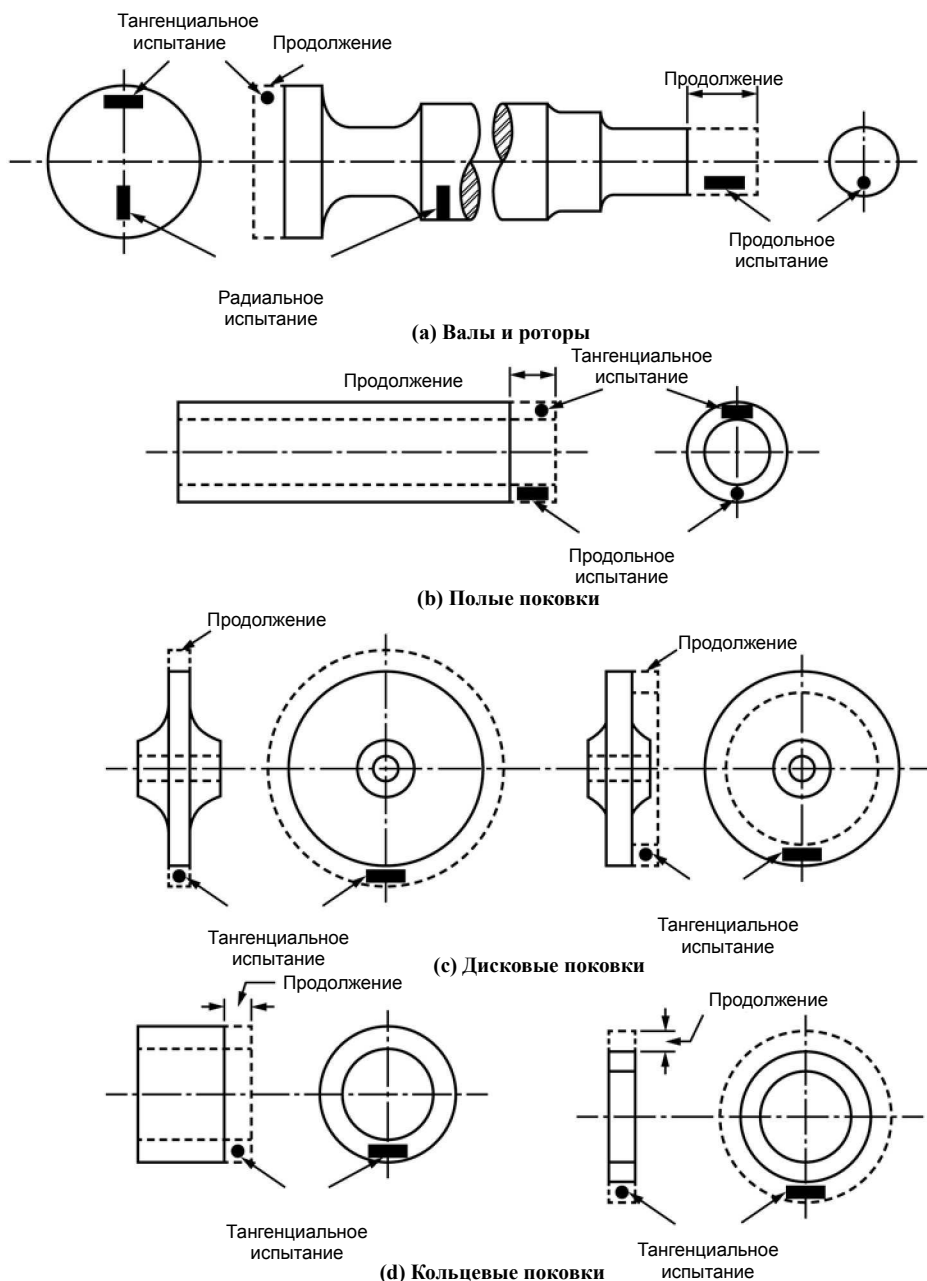


РИС. 2 Местоположение продольных испытываемых кольцевых образцов, полученных из трубчатой продукции

8.4.3 В качестве альтернативы, если машина оборудована устройством, позволяющим определить скорость нагружения, скорость машины за время достижения значения предела текучести, начиная с половинного значения предела текучести, должна быть отрегулирована так, чтобы скорость нагружения не превышала 100 000 psi (690 МПа)/мин. Тем не менее, минимальная скорость нагружения должна быть не менее 10 000 psi (70 МПа)/мин.

9. Параметры испытываемых образцов

9.1 *Отбор* — Пробные образцы должны отбираться в соответствии с соответствующими техническими условиями на продукцию.

9.1.1 *Кованая сталь* — Продукция из кованой стали обычно подвергается испытаниям в продольном направлении, но в некоторых случаях, когда это позволяет размер и требует обслуживание, испытания могут проводиться в поперечном, круговом или в тангенциальном направлениях (см. рис. 1 и рис. 2).

9.1.2 *Штампованная сталь* — Для поковок, полученных в открытых штампах, металл, используемый в рамках испытания на растяжение, обычно расширен или удлинён с одной, обеих или всех сторон поковки, либо на всех образцах, либо на образце с репрезентативным номером, в соответствии с заданными техническими характеристиками изделия. Обычно испытываемые образцы берутся со средним радиусом. Технические условия на определённую продукцию позволяют использовать репрезентативную область или осуществлять разрушение части продукции в испытательных целях.

Получение металла для проведения испытания кольцевых и дисковых поковок осуществляется посредством увеличения диаметра, толщины и длины поковки. Поковки в виде дисков или колец, изготовленные высадкой, которые получают посредством обработки или удлинения в направлении, перпендикулярном оси поковки, обычно демонстрируют основное расширение по концентрическим окружностям, и для поковок такого рода применяются тангенциальные испытываемые образцы, получаемые с использованием дополнительного металла, располагающегося по окружности или на конце поковки. Для таких поковок, как роторы, требуется радиальный образец для испытания на растяжение. В таких случаях образцы вырезаются или выпиливаются из заданных участков.

9.2 Размер и допуски — Испытываемые образцы должны быть (1) полного поперечного сечения материала или (2) механически обработаны до формы и размеров, изображенных на рис. 3–6, включительно. Варианты выбора размеров и типов образцов описаны в рамках технических условий на соответствующую продукцию. Образцы полного сечения следует подвергать испытанию по рабочей длине, равной 8 дюймов (200 мм), если иное не указано в рамках технических условий на продукцию.

9.3 Подготовка испытываемых образцов — Образцы должны быть получены любым удобным методом, способным удалить все деформированные, холоднодеформированные зоны или зоны термического влияния с торцов секции, используемой при оценке материала. Образцы обычно имеют уменьшенное поперечное сечение в середине длины в целях достижения равномерного распределения напряжения на поперечное сечение и локализации зоны растрескивания.

9.4 Состаривание испытываемых образцов — Если не указано иное, возможно состаривание испытываемых образцов для осуществления испытания на растяжение. Термический цикл должен быть таким, что он не повлияет на эффект предшествующей обработки. Старение может производиться при комнатной температуре в течение 24–48 часов или за более короткое время, но при более высокой температуре посредством кипячения в воде или нагревания в масле или печи.

9.5 Измерение размеров испытываемых образцов:

9.5.1 Стандартные прямоугольные образцы для испытания на растяжение — Изображены на рис. 3. В целях определения площади поперечного сечения, центральную точку ширины следует измерить с точностью до 0.005 дюйма (0.13 мм) для образцов с рабочей длиной 8 дюймов (200 мм), и с точностью до 0.001 дюйма (0.025 мм) для образца с рабочей длиной 2 дюйма (50 мм), изображенных на рис. 3. Центральную точку толщины следует измерить с точностью до 0.001 дюйма для всех образцов.

9.5.2 Стандартные круглые образцы для испытания на растяжение — Изображены на рис. 4 и 5. Для определения площади поперечного сечения, диаметр следует измерить в центре рабочей длины с точностью до 0.001 дюйма (0.025 мм) (см. таблицу 1).

9.6 Общие положения — Испытываемые образцы должны быть либо полноразмерными, либо обработанными в соответствии с требованиями технических условий для испытываемых материалов.

9.6.1 Желательно, чтобы площадь поперечного сечения образца была наименьшей в центре рабочей длины, чтобы гарантировать разрушение в ее пределах. Это обеспечивается сужением в области рабочей длины, допустимого для каждого образца, описанного в следующих разделах.

9.6.2 Для хрупких материалов желательно иметь закругления большого радиуса на концах рабочей длины.

10. Образец пластинчатого типа

10.1 Стандартные образцы пластинчатого типа изображены на рисунке 3. Образцы такого характера используются при испытании металлических материалов в форме плиты или конструкционных профилей и профилей с размером прутка, а также плоских материалов, номинальная толщина которых равна $\frac{3}{16}$ дюйма (5 мм) или более. Если это допускает спецификация, можно использовать другие типы образцов.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — При обращении к техническим условиям на продукцию, образец с рабочей длиной 8 дюймов (200 мм), изображенный на рис. 3, может использоваться для листов и штрипса.

11. Образец листового типа

11.1 Стандартный образец листового типа изображен на рис. 3. Подобный образец используется для испытания металлических материалов, имеющих форму листов, пластин, плоской проволоки, лент и колец, номинальная толщина которых варьируется от 0.005 до 1 дюйма (от 0.13 до 25 мм). Если это допускает спецификация, можно использовать другие типы образцов в соответствии с Разделом 10 (см. Примечание 3).

12. Образцы круглой формы

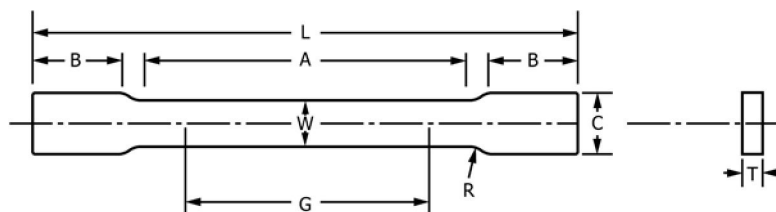
12.1 Стандартные круглые образцы, изображенные на рисунке 4, диаметр которых равен 0.500 дюйма (12.5 мм), обычно используются при испытании металлических материалов как литых, так и кованных.

12.2 На рисунке 4 также изображены образцы меньшего размера, пропорциональные стандартным. Они могут быть использованы при испытании материалов, при помощи которых невозможно изготовить стандартные образцы, или образцы, изображенные на рисунке 3. Небольшие образцы круглой формы могут быть другого размера. Следует отметить, что при работе с любым из образцов меньшего размера, рабочая длина, используемая для измерения относительного удлинения, должна быть в четыре раза больше диаметра образца (см. Примечание 4, рис. 4).

12.3 Тип концов образца, выходящих за рабочую длину, должен соответствовать форме испытываемой продукции, а также соответствовать держателям и зажимам, установленным в машине для проведения испытаний и позволять осуществлять приложение нагрузки на ось. На рис. 5 изображены образцы с различными типами концов, использование которых приводит к удовлетворительным результатам.

13. Нанесение контрольных рисок

13.1 На образцы, изображенные на рисунках 3–6, должны быть нанесены контрольные риски посредством кернера, гравирования, при помощи различных устройств или чернил. Контрольные риски наносятся для определения относительного удлинения в процентах. Контрольные риски должны быть четкими и аккуратными. Повышенное напряжение в районе рисков делает твердый образец более восприимчивым к запуску излома в районе отметки кернером. Контрольные риски, необходимые для измерения относительного удлинения после растрескивания, должны быть сделаны на плоской поверхности или на конце плоского образца для испытания на растяжение, а также в пределах параллельного сечения. Для образцов с рабочей длиной 8 дюймов, указанных на рис. 3, следует использовать систему 8-дюймовых контрольных рисков, с возможным нанесением промежуточных рисков в рамках рабочей длины. Для прямоугольных образцов с рабочей длиной 2 дюйма, указанных на рис. 3, и круглых образцов, указанных на рис. 4, следует использовать двухточечное кернование или гравировку. Можно использовать одну или более систем нанесения контрольных рисков, тем не менее, одна система должна располагаться приблизительно в центре уменьшенного сечения. Те же меры следует принять в отношении образцов без уменьшенного сечения.



РАЗМЕРЫ

	Стандартные образцы				Уменьшенные образцы			
	Пластиночного типа							
	1½ дюйма (40 мм) в ширину							
	8 дюймов (200 мм) рабочая длина		2 дюйма (50 мм) рабочая длина		Листового типа, ½ дюйма (12.5 мм) в ширину		¼ дюйма (6 мм) в ширину	
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
G — рабочая длина (Примечания 1 и 2)	8.00 ± 0.01	200 ± 0.25	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	1.000 ± 0.003	25.0 ± 0.08
W — ширина (Примечания 3, 5 и 6)	1½ + ⅛ – ¼	40 + 3 - 6	1½ + ⅛ – ¼	40 + 3 - 6	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.250 ± 0.002	6.25 ± 0.05
T — толщина (примечание 7)	Толщина материала							
R — радиус закругления, мин. (Примечание 4)	½	13	½	13	½	13	½	13
L — Общая длина, мин (Примечания 2 и 8)	18	450	8	200	8	200	4	100
A — длина участка уменьшенного сечения, мин.	9	225	2¼	60	2¼	60	1¼	32
B — Длина области зажимов, мин (примечание 9)	3	75	2	50	2	50	1¼	32
C — Ширина области зажимов, примерн. (Примечания 4, 10 и 11)	2	50	2	50	¾	20	¾	10

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Для образцов шириной 1½ дюйма (40 мм) отметки кернером для определения относительного удлинения после возникновения излома должны быть выполнены на плоской поверхности или на конце образца в диапазоне уменьшенного сечения. Для образцов с рабочей длиной 8 дюймов (200 мм), следует нанести 9 или более отметок кернером, на расстоянии 1 дюйм (25 мм) друг от друга, или пару или более отметок кернером на расстоянии 8 дюймов (200 мм). Для образцов с рабочей длиной 2 дюйма (50 мм), следует нанести три или более отметки кернером на расстоянии 1 дюйм (25 мм) друг от друга, или две или более отметки кернером на расстоянии 2 дюйма (50 мм) друг от друга.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Для образцов шириной ½ дюйма (12.5 мм) отметки кернером для определения относительного удлинения после растрескивания должны быть выполнены на плоской поверхности или на конце образца в диапазоне уменьшенного сечения. Следует нанести три или более отметки кернером на расстоянии 1 дюйм (25 мм) друг от друга, или пару или более отметок кернером на расстоянии 2 дюйма (50 мм) друг от друга.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Ширина концов для четырех типов размеров образцов с уменьшенным сечением не должна отличаться на значения более чем 0.004, 0.004, 0.002 или 0.001 дюйма (0.10, 0.10, 0.05 или 0.025 мм), соответственно. Также может существовать постепенное уменьшение ширины от концов к центру, но ширина каждого конца не должна быть на 0.015, 0.015, 0.005 или 0.003 дюйма (0.40, 0.40, 0.10 или 0.08 мм, соответственно), шире, чем ширина в центре.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Для каждого типа образца радиусы всех закруглений должны быть равны с допуском 0.05 дюйма (1.25 мм), и центры кривизны двух закруглений на заданном крае должны располагаться друг напротив друга (на линии, перпендикулярной средней линии) с допуском 0.10 дюйма (2.5 мм).

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Для каждого из четырех типов размеров образцов возможно использование наименьших ширин (W и C), если это необходимо. В этом случае ширина уменьшенного сечения должна соответствовать ширине испытываемого материала, тем не менее, если это не указано отдельно, требования к относительному удлинению, приведенные в технических условиях на продукцию, не распространяются на более узкие образцы. Если ширина материала меньше W, стороны могут располагаться параллельно по всей длине образца.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — Образец может быть изменен посредством расположения сторон параллельно друг другу по всей длине образца, ширина и допуски соответствуют указанным выше. Если это необходимо, возможно использовать более узкие образцы, причем ширина должна соответствовать ширине испытываемого материала. Если ширина составляет 1½ дюйма (38 мм) или меньше, стороны могут располагаться параллельно по всей длине образца.

ПРИМЕЧАНИЕ 7 — Размер T — это толщина испытываемого образца в соответствии со спецификацией на продукцию. Минимальное значение номинальной толщины для образца шириной 1½ дюйма (40 мм), составляет ⅜ дюйма (5 мм), в соответствии со спецификацией на продукцию. Максимальное значение номинальной толщины для образцов шириной ½ дюйма (12.5 мм) и ¼ дюйма (6 мм) соответственно, составляет 1 дюйм (25 мм) и ¼ дюйма (6 мм), соответственно.

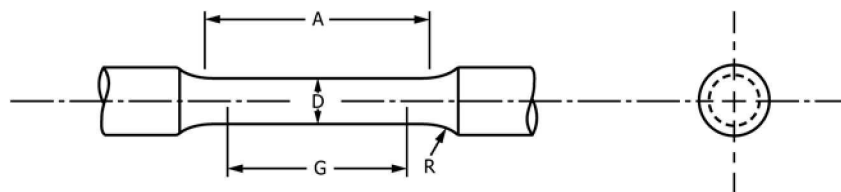
ПРИМЕЧАНИЕ 8 — В целях получения нагрузки на оси во время проведения испытания образцов шириной ¼ дюйма (6 мм), общая длина должна быть максимальной в соответствии с возможностями материала.

ПРИМЕЧАНИЕ 9 — Если это необходимо и возможно, то длина области зажимов образца должна иметь длину, достаточную для обеспечения возможности удлинения образца на две трети или более. Если толщина образцов шириной ½ дюйма (13 мм) превышает ⅜ дюйма (10 мм), в целях предотвращения ошибок в районе областей зажима образца, необходимо наличие более длинных зажимов, и соответственно более длинных областей зажимов.

ПРИМЕЧАНИЕ 10 — Стандартные образцы листового типа и образцы уменьшенного размера следует признать удовлетворительным для всех видов испытаний, кроме экспертной проверки, если концы образца располагаются симметрично осевой линии уменьшенного сечения в рамках 0.01 и 0.005 дюйма (0.25 и 0.13 мм) соответственно; за исключением стали, концы которой шириной ½ дюйма (12.5 мм) располагаются симметрично в пределах 0.05 дюйма (1.0 мм).

ПРИМЕЧАНИЕ 11 — Для стандартных образцов пластиночного типа концы образца должны располагаться симметрично осевой линии уменьшенного сечения в рамках 0.25 дюйма (6.35 мм), кроме экспертной проверки, при которой концы должны располагаться симметрично осевой линии уменьшенного сечения в рамках 0.10 дюйма (2.5 мм).

РИС. 3 Стандартные прямоугольные образцы для испытания на растяжение



РАЗМЕРЫ

	Стандартные образцы				Образцы меньшего размера, пропорциональные стандартным					
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
Номинальный диаметр	0.500	12.5	0.350	8.75	0.250	6.25	0.160	4.00	0.113	2.50
G — рабочая длина	2.00 ± 0.005	50.0 ± 0.10	1.400 ± 0.005	35.5 ± 0.10	1.000 ± 0.005	25.0 ± 0.10	0.640 ± 0.005	16.0 ± 0.10	0.450 ± 0.005	10.0 ± 0.10
D — диаметр (Примечание 1)	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.350 ± 0.007	8.75 ± 0.18	0.250 ± 0.005	6.25 ± 0.12	0.160 ± 0.003	4.00 ± 0.08	0.113 ± 0.002	2.50 ± 0.05
R — радиус закругления, мин.	³ / ₈	10	¹ / ₄	6	³ / ₁₆	5	⁵ / ₃₂	4	³ / ₃₂	2
A — длина участка уменьшенного сечения, мин. (Примечание 2)	2 ¹ / ₄	60	1 ³ / ₄	45	1 ¹ / ₄	32	³ / ₄	20	⁵ / ₈	16

Примечание 1 — Уменьшенные сечения могут постепенно сужаться от концов к центру при условии, что диаметр концов не превышает диаметр центра более чем на 1% (регулирование размеров).

Примечание 2 — При желании, длина выточек может быть увеличена для размещения экстензометра любой рабочей длины. Контрольные отметки, связанные с измерением относительного удлинения, тем не менее, должны быть расположены на указанной рабочей длине.

Примечание 3 — Рабочая длина и закругления должны соответствовать указанным, но концы могут иметь любую форму, соответствующую крепежам испытательной машины, таким образом, чтобы нагрузка падала на ось (см. Рис. 9). Если концы располагаются в клиновых захватах, может потребоваться область зажима, достаточно длинная, чтобы позволить образцу удлиниться на расстояние, равное двум третям от длины области зажима.

Примечание 4 — Рабочая длина круглых образцов, изображенных на рис. 5 и 6, в четыре раза больше номинального диаметра, но если отношение 4 к 1 не сохраняется в допусках на размер, значения относительного удлинения невозможно сравнивать со значениями, полученными от стандартных образцов.

Примечание 5 — Использование образцов, диаметр которых меньше 0.250 дюйма (6.25 мм), должно быть ограничено, кроме тех случаев, когда в целях получения образцов большего размера проводится испытание материалов ненадлежащих размеров, или когда все стороны пришли к соглашению об их использовании. Образцы меньшего размера требуют использования соответствующего оборудования и более высокого уровня мастерства при обработке образцов и проведении испытаний.

Примечание 6 — Образцы могут быть пяти размеров, с диаметрами, равными примерно 0.505, 0.357, 0.252, 0.160 и 0.113 дюйма, это дает возможность осуществления расчета значений напряжения из значения нагрузки, поскольку соответствующие значения площади поперечного сечения соответствуют или совпадают с 0.200, 0.100, 0.0500, 0.0200 и 0.0100 дюйма² соответственно. Таким образом, когда значения фактического диаметра соответствуют данным значениям, напряжение (или прочность) могут быть рассчитаны с использованием множителей 5, 10, 20, 50 и 100, соответственно. (Метрические эквиваленты данных значений диаметра не влияют на соответствующие значения площади поперечного сечения и множители).

РИС. 4 Стандартный круглый образец 0.500-дюймовый (12.5-мм) для испытания на растяжение, с рабочей длиной 2 дюйма (50 мм), и образцы меньшего размера, пропорциональные стандартным образцам

14. Определение механических свойств при растяжении

14.1 *Точка текучести* — это значение первоначального напряжения в материале, являющееся меньшим, чем значение максимально возможного напряжения, при котором увеличение деформации не приводит к увеличению напряжения. Точка текучести распространяется только для материалов, особые характеристики которых могут проявиться при увеличении деформации без увеличения напряжения. Для диаграммы «напряжение-деформация» характерна прерывистость. Точка текучести может быть определена одним из следующих методов:

14.1.1 *Метод падения балансира или остановки указателя* — В рамках данного метода, при постоянной скорости, на образец воздействует увеличивающаяся нагрузка. При использовании рычага и противовеса следует поддерживать балансир в равновесии посредством вращения противовеса с постоянной скоростью. Когда материал достигнет предела текучести, нагрузка перестанет увеличиваться, но приведет противовес в состояние неравновесия, и балансир упадет за короткий период времени. Когда используется машина, оборудованная шкалой уровня нагрузки, падение балансира сопровождается остановкой или колебанием указателя. Заметьте, что «падение балансира» и «остановка указателя» отражают соответствующее напряжение при соответствующем пределе текучести.

14.1.2 *Автографический метод диаграмм* — Когда диаграмма «напряжение-деформация», отражающая точку

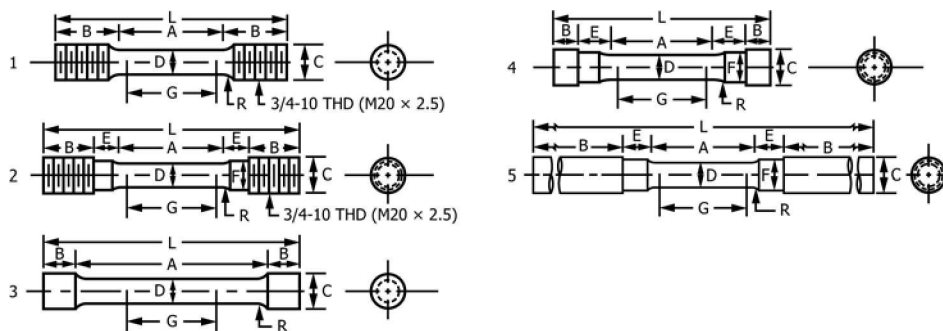
текучести, связанную с верхней частью зоны прерывистости, получена при помощи автографического метода, следует взять значение напряжения на верхней части зоны прерывистости (рис. 7) или значение напряжения, при котором кривая падает до предела текучести.

14.1.3 *Метод полного вытягивания под нагрузкой* — При испытании материала на точку текучести, когда материал не показывает четко определенной несоразмерной деформации, которая характеризует точку текучести посредством методов падения балансира, остановки указателя или автографического метода диаграмм, описанных в 14.1.1 и 14.1.2, значение, эквивалентное значению предела текучести, может быть определено следующим образом: присоедините экстензометр класса C или выше (см. примечания 4 и 5) к образцу. Когда будет достигнут тот уровень напряжения, вызывающий заданное удлинение (см. примечание 6), зафиксируйте это значение как значение предела текучести (рис. 8).

Примечание 4 — Следует использовать те автоматические устройства, которые определяют нагрузку при заданном вытягивании без построения кривой «напряжение-деформация». Устройства такого рода могут использоваться при условии демонстрации их точности. Мерные вилки возможно использовать только после того, как доказано, что их точность эквивалентна точности экстензометра класса C.

Примечание 5 — См. Практическое руководство E 83.

Примечание 6 — Для сталей точка текучести, равная не более 80 000 psi (550 МПа), соответствует значению 0.005 дюйма/дюйм рабочей длины. Для показателей более 80 000 psi данный метод не является действительным, если нет увеличения общего удлинения.



РАЗМЕРЫ

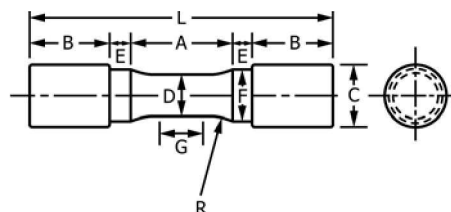
	Образец 1		Образец 2		Образец 3		Образец 4		Образец 5	
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
G — рабочая длина	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.000 ± 0.005	50.0 ± 0.10	2.00 ± 0.005	50.0 ± 0.10
D — Диаметр (Примечание 1)	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25
R — радиус закругления, мин	3/8	10	3/8	10	1/16	2	3/8	10	3/8	10
A — длина участка уменьшенного сечения, мин.	2 1/4	60, мин	2 1/4	60, мин	4, примерн.	100, примерн.	2 1/4	60, мин	2 1/4	60, мин
L — общая длина, примерн	5	125	5 1/2	140	5 1/2	140	4 3/4	120	9 1/2	240
B — длина закругления (Примечание 2)	1 3/8	35, примерн.	1, примерн.	25, примерн.	3/4, примерн.	20, примерн.	1/2, примерн.	13, примерн.	3, мин.	75, мин.
C — диаметр концевой секции	3/4	20	3/4	20	23/32	18	7/8	22	3/4	20
E — Длина заплечика и радиус закругления, примерн.	...	...	5/8	16	...	...	3/4	20	5/8	16
F — диаметр заплечика	...	...	5/8	16	...	...	5/8	16	19/32	15

Примечание 1 — Уменьшенные сечения могут постепенно сужаться от концов к центру при условии, что диаметр концов не превышает диаметр центра более чем на 0.005 дюйма (0.10 мм).

Примечание 2 — В случае работы с образцом 5 может потребоваться область зажима, достаточно длинная для того, чтобы позволить образцу удлиниться на расстояние, равное двум третям от длины зажимов.

Примечание 3 — Вышеуказанные типы концов применимы для использования со стандартными 0.500-дюймовыми круглыми образцами для испытания на растяжение; схожие типы могут использоваться с образцами меньших размеров. Американская унифицированная тонкая резьба (3/4 от 16, 1/2 от 20, 3/8 от 24 и 1/4 от 28) используется для высокопрочных хрупких материалов, во избежание возникновения изломов в резьбовой части.

РИС. 5 Различные типы концов стандартных круглых образцов для испытания на растяжение



РАЗМЕРЫ

	Образец 1		Образец 2		Образец 3	
	дюйм	мм	дюйм	мм	дюйм	мм
G — длина параллели	Должна быть больше или равна диаметру D					
D — диаметр	0.500 ± 0.010	12.5 ± 0.25	0.750 ± 0.015	20.0 ± 0.40	1.25 ± 0.025	30.0 ± 0.60
R — радиус закругления, мин	1	25	1	25	2	50
A — длина участка уменьшенного сечения, мин	1 1/4	32	1 1/2	38	2 1/4	60
L — общая длина, мин	3 3/4	95	4	100	63	160
B — область зажима, примерн.	1	25	1	25	12	45
C — диаметр концевой секции, примерн.	3/4	20	1 1/8	30	1 7/8	48
F — диаметр заплечика, мин	1/4	6	1/4	6	5/16	8
F — диаметр заплечика	5/8 ± 1/64	16.0 ± 0.40	15/16 ± 1/64	24.0 ± 0.40	17/16 ± 1/64	36.5 ± 0.40

Примечание 1 — Следует отобразить уменьшенные сечения и заплечики (измерения A, D, E, F, G и R), но концы могут быть любой формы, при условии, что они соответствуют крепежам испытательного оборудования, и образцы располагаются таким образом, чтобы нагрузка на них была бы сонаправлена оси. Обычно на концы наносится резьба, и они имеют размеры B и C, приведенные выше.

РИС. 6 Стандартные образцы испытания на растяжение для чугуна

ТАБЛИЦА 1 Коэффициенты, используемые для круглых образцов различных диаметров

Стандартный образец			Образцы меньшего размера, пропорциональные стандартным					
окружность 0.500 дюйма			окружность 0.350 дюйма			окружность 0.250 дюйма		
Фактический диаметр, дюйм	Площадь, дюйм. ²	Коэффициент	Фактический диаметр, дюйм	Площадь, дюйм. ²	Коэффициент	Фактический диаметр, дюйм	Площадь, дюйм. ²	Коэффициент
0.490	0.1886	5.30	0.343	0.0924	10.82	0.245	0.0471	21.21
0.491	0.1893	5.28	0.344	0.0929	10.76	0.246	0.0475	21.04
0.492	0.1901	5.26	0.345	0.0935	10.70	0.247	0.0479	20.87
0.493	0.1909	5.24	0.346	0.0940	10.64	0.248	0.0483	20.70
0.494	0.1917	5.22	0.347	0.0946	10.57	0.249	0.0487	20.54
0.495	0.1924	5.20	0.348	0.0951	10.51	0.250	0.0491	20.37
0.496	0.1932	5.18	0.349	0.0957	10.45	0.251	0.0495	20.21
							(0.05) ^A	(20.0) ^A
0.497	0.1940	5.15	0.350	0.0962	10.39	0.252	0.0499	20.05
							(0.05) ^A	(20.0) ^A
0.498	0.1948	5.13	0.351	0.0968	10.33	0.253	0.0503	19.89
							(0.05) ^A	(20.0) ^A
0.499	0.1956	5.11	0.352	0.0973	10.28	0.254	0.0507	19.74
0.500	0.1963	5.09	0.353	0.0979	10.22	0.255	0.0511	19.58
0.501	0.1971	5.07	0.354	0.0984	10.16	...	...	...
0.502	0.1979	5.05	0.355	0.0990	10.10	...	...	...
0.503	0.1987	5.03	0.356	0.0995	10.05	...	...	...
				(0.1) ^A	(10.0) ^A	...	...	...
0.504	0.1995	5.01	0.357	0.1001	9.99	...	...	...
	(0.2) ^A	(5.0) ^A		(0.1) ^A	(10.0) ^A	...	...	...
0.505	0.2003	4.99	...	...	...	...	...	...
	(0.2) ^A	(5.0) ^A	...	...	...	...	...	...
0.506	0.2011	4.97	...	...	...	...	...	...
	(0.2) ^A	(5.0) ^A	...	...	...	...	...	...
0.507	0.2019	4.95	...	...	...	...	...	...
0.508	0.2027	4.93	...	...	...	...	...	...
0.509	0.2035	4.91	...	...	...	...	...	...
0.510	0.2043	4.90	...	...	...	...	...	...

^A Значения в скобках могут использоваться для облегчения расчета нагрузок, в фунтах на квадратный дюйм, как указано в 5 рис. 4.

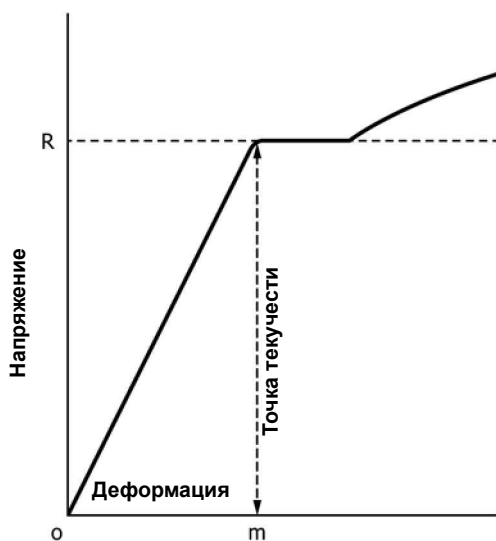


Рис. 7 Диаграмма «напряжение-деформация», отражающая точку текучести, связанную с верхней частью зоны прерывистости

ПРИМЕЧАНИЕ 7 — Форма первоначальной части диаграммы «напряжение-деформация» (или «усилие-удлинение»), полученной автографическим методом, может зависеть от ряда факторов, таких как расположение образцов в зажимах, выпрямление погнутых образцов, а также быстрая нагрузка в соответствии с 8.4.1. В целом, на отклонение на этом этапе не следует обращать внимание, особенно в случае совпадения модульной линии, используемой для определения удлинения под нагрузкой, с кривой.

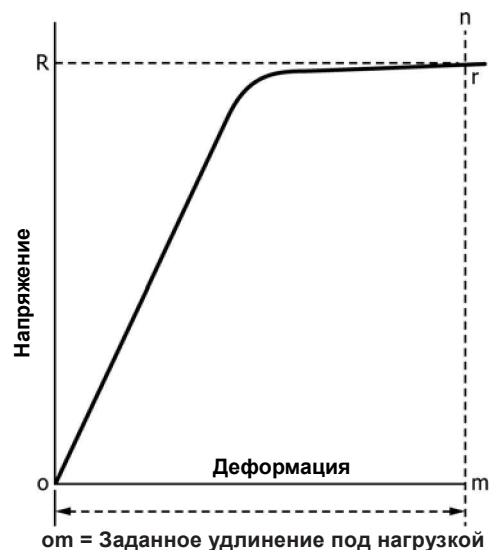


РИС. 8 Диаграмма «напряжение-деформация», отображающая точку текучести/предел текучести, полученные вытягиванием под нагрузкой

На практике, по ряду причин, прямолинейный участок кривой «напряжение-деформация» может не проходить через начало координат диаграммы «напряжение-деформация». В таких случаях применимо не начало координат диаграммы «напряжение-деформация», а место, где прямолинейный участок кривой «напряжение-деформация» пересекает ось напряжения. Все смещения и удлинения должны быть рассчитаны от пересечения прямолинейного участка кривой «напряжение-деформация» с осью деформации, и не обязательно от начала координат диаграммы «напряжение-деформация». См. также Методы испытаний E8/E8M, Примечание 32.

14.2 *Предел текучести* — это напряжение, при котором материал демонстрирует заданные значения предельных отклонений от соотношения «напряжение-деформация». Отклонение выражается посредством деформации, остаточной деформации, полного вытягивания под нагрузкой и т.д. Предел текучести может быть определен одним из следующих методов:

14.2.1 *Метод определения предела текучести по заданной остаточной деформации* — В целях определения условного предела текучести по заданной остаточной деформации, необходимо зафиксировать данные (автографические или числовые), по которым может быть построена диаграмма «напряжение-деформация» с заданными модульными характеристиками испытываемых материалов. Далее, отложите на диаграмме «напряжение-деформация» (рис.9) отрезок *Om*, равный значению остаточной деформации, проведите линию *mn*, параллельную *OA*, и таким образом обозначьте *r*; точку пересечения *mn* с кривой «напряжение-деформация», связанной с нагрузкой *R*, являющейся нагрузкой условного предела текучести. При регистрации значений условного предела текучести, полученного в рамках данного метода, значение остаточной деформации должно быть указано в скобках после значения условного предела текучести, например:

$$\text{Предел текучести (0.2 \% \text{ ост. деф})} = 52\,000 \text{ psi (360 MPa)} \quad (1)$$

Когда остаточная деформация составляет 0.2% или более, используемый экстензометр должен соответствовать классификации как устройство класса B2, при деформации от 0.05 до 1.0%. Заданное меньшее значение остаточной деформации может привести к возникновению необходимости в более точном приборе (устройстве класса B1) или снижении нижнего предела области деформаций (например, до 0.01%), или одновременном выполнении вышеуказанных действий. Для автоматических устройств см. примечание 9.

ПРИМЕЧАНИЕ 8 — Для диаграмм «напряжение-деформация» некоторых холоднодеформированных материалов, не имеющих четкого модуля, рекомендуется использование метода удлинения под нагрузкой. Если для таких материалов используется метод с использованием заданной остаточной деформации, следует использовать такие модули как 30 000 000 psi (207 000 МПа) для углеродистых сталей; 29 000 000 psi (200 000 МПа) для ферритных нержавеющих сталей; 28 000 000 psi (193 000 МПа) для аустенитных нержавеющих сталей. При работе со специальными сплавами, для определения модуля, следует связаться с производителем.

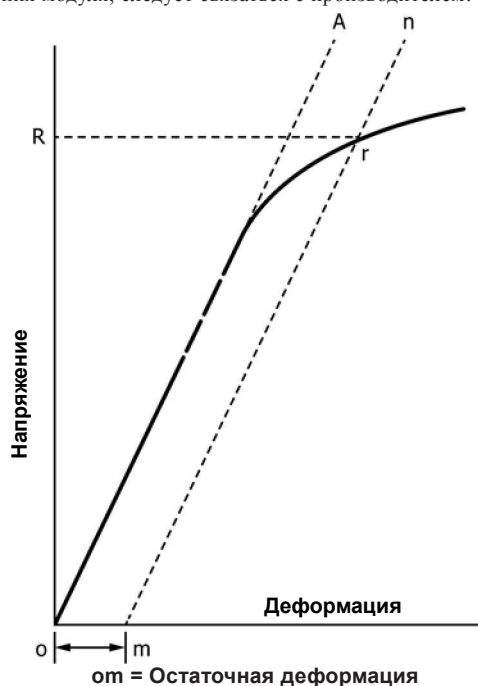


РИС. 9 Диаграмма «напряжение-деформация», для определения предела текучести по заданной остаточной деформации

14.2.2 *Метод удлинения под нагрузкой (EUL)* — Для испытаний, направленных на определение приемки или выбраковки материала, характеристики напряжения и деформации которого известны благодаря предыдущим испытаниям, в результате которых были построены диаграммы «напряжение-деформация», полная деформация, связанная с напряжением, при котором происходит заданная остаточная деформация (см. примечания 9 и 10) будет известна в заданных пределах.

Напряжение, полученное образцом при достижении полной деформации — это значение условного предела текучести. При записи значений предела текучести, полученного в рамках данного метода, значение удлинения заданного и/или используемого, располагается в скобках после значения предела текучести, например:

$$\text{Предел текучести (0.5 \% EUL)} = 52\,000 \text{ psi (360 MPa)} \quad (2)$$

Значение полной деформации может быть успешно получено посредством использования экстензометра класса B1 (см. примечания 4, 5, 7).

ПРИМЕЧАНИЕ 9 — Некоторые автоматические приборы могут определять предел текучести по заданной остаточной деформации без построения кривой «напряжение-деформация». Если точность таких приборов доказана, они имеют право использоваться.

ПРИМЕЧАНИЕ 10 — Соответствующая величина удлинения под нагрузкой, очевидно, будет меняться в зависимости от диапазона значений прочности конкретной стали при испытании. В целом, значение удлинения под нагрузкой применимо к стали любой прочности и может быть рассчитано из значений суммы соразмерной деформации и пластической деформации при данном пределе текучести. Используется следующее равенство:

$$\text{Удлинение под нагрузкой дюйм/дюйм рабочей длины} = (YS/E) + r \quad (3)$$

где:

YS = заданный предел текучести, psi или МПа

E = модуль упругости, psi или МПа, и

r = ограничение пластической деформации, дюйм/дюйм

14.3 *Предел прочности на разрыв* — можно рассчитать делением максимального значения нагрузки, которое показывает образец во время испытания на растяжение, на первоначальную площадь поперечного сечения образца.

14.4 *Относительное удлинение:*

14.4.1 Аккуратно совместите концы образца с нанесенными изломами и замерьте расстояние между контрольными рисками с точностью до 0.01 дюйма (0.25 мм) для рабочей длины, равной 2 дюймам или меньше, и с точностью до 0.5% для рабочей длины более 2 дюймов. Возможно использование показаний шкалы в процентах, с точностью до 0.5% рабочей длины. Относительное удлинение — это увеличение рабочей длины, выраженное в процентах от первоначальной рабочей длины. При ведении записей по относительному удлинению укажите как значение в процентах, так и первоначальное значение рабочей длины.

14.4.2 Если любая часть излома находится вне средней части рабочей длины или на уменьшенном сечении в области отметки перфорированием или гравированием, значение удлинения может не являться репрезентативным. Если удлинение, измеренное таким образом, соответствует минимальным требованиям, не проводится дальнейших исследований, если значение удлинения не соответствует минимальным требованиям, отбракуйте значения испытания, и проведите его повторно.

14.4.3 Метод автоматизированного испытания на растяжение при помощи экстензометров позволяет измерить удлинение посредством метода, указанного далее. Удлинение может быть измерено как данным, так и вышеуказанным методом, посредством совмещения двух концов. Оба результата являются верными.

14.4.4 Удлинение при разрушении определяется как удлинение, измеренное до снижения напряжения, связанного с деформацией. Так как большое количество пластичных материалов не демонстрируют внезапного уменьшения напряжения, удлинение при испытании на выносливость может быть измерено в связи с напряжением, измеренным до падения напряжения на величину, составляющую менее 10% от максимального значения напряжения, полученного в результате данного испытания.

14.4.4.1 Удлинение при разрушении должно включать в себя упругое и пластическое удлинение, и может быть определено посредством автографического и автоматического методов с использованием экстензометров, верифицированных по данному диапазону деформаций. Следует использовать экстензометры класса В2 или более точные — для материалов, имеющих удлинение менее 5%; класса С или более точные — для материалов, имеющих удлинение от 5% до 50%; и класса D или более точные — для материалов, имеющих удлинение более 50%. Во всех случаях, рабочая длина экстензометра должна совпадать с рабочей длиной испытываемого образца. В связи с отсутствием точности при совмещении концов с изломами, значение удлинения, полученное в результате использования методов, указанных выше, может отличаться от значения удлинения, полученного в результате использования экстензометров.

14.4.4.2 Процентное значение удлинения при разрушении может быть рассчитано при помощи данных об удлинении при разрушении и быть включено в отчет вместо значения удлинения, рассчитанного в соответствии с 14.4.1. Тем не менее, данные параметры не являются взаимозаменяемыми. Использование значений удлинения при разрушении дает результаты с более высокой повторяемостью.

14.5 Сужение области — Совместите концы образца с нанесенными изломами и замерьте средний диаметр или ширину и толщину в самой узкой части поперечного сечения с той же точностью, что и первоначальные размеры. Выраженная в процентах разница между данным значением поперечного сечения и первоначальным составляет значение сужения области.

ИСПЫТАНИЕ НА ИЗГИБ

15. Описание

15.1 Испытание на изгиб — это один из способов оценки пластичности, но его нельзя рассматривать как количественное измерение характеристик при сгибании. Суровость условий данного испытания зависит, в первую очередь, от угла изгиба внутреннего диаметра, до которого сгибается образец, а также от площади поперечного сечения образца. Эти условия зависят от расположения и ориентации образца, а также от химического состава, показателей растяжения, твердости, типа и качества испытываемой стали. К методам проведения данного испытания можно отнести методы Е 190 и Е 290.

15.2 Если не указано иное, образцы могут подвергаться искусственному старению. Термический цикл должен быть таким, чтобы он не влиял на эффект предыдущего процесса. Старение может производиться при комнатной температуре в течение 24–48 часов, или за более короткое время, но при более высокой температуре посредством кипячения в воде, или нагревании в масле или печи.

15.3 Образец следует сгибать при комнатной температуре по внутреннему диаметру, в соответствии с техническими условиями на продукцию, в указанных пределах.

16. Общие положения

16.1 Испытание на твердость — это способ определения сопротивления проникновению. Оно обычно используется в целях получения быстрой оценки предела прочности на разрыв. В Таблицах 2, 3, 4 и 5 указаны способы конвертирования значений твердости из одной шкалы измерений в другую, а также примерные значения предела прочности на разрыв. Коэффициенты, используемые при переводе значений, были получены при помощи созданных на компьютере кривых и указаны в таблице с точностью до 0,1, в целях обеспечения точной передачи значений кривых. Все переведенные значения считаются примерными. Все переведенные значения твердости по Роквеллу и Викерсу следует округлить до целого числа.

16.2 Испытание на твердость:

16.2.1 Если в рамках технических условий на продукцию требуется проведение другого испытания на твердость в целях обеспечения соответствия заданным требованиям твердости, следует использовать коэффициенты, указанные в таблицах 2, 3, 4 и 5.

16.2.2 При записи переведенных значений следует указывать в скобках измеренную твердость, а также шкалу испытаний. Например, запись 353 HB (38 HRC) означает, что значение твердости, равное 38, было получено при помощи шкалы С измерения твердости по Роквеллу, и было переведено в значение твердости по Бринеллю, равное 353.

17. Испытание по Бринеллю

17.1 Описание:

17.1.1 К плоской поверхности испытываемого образца, при помощи твердого шарика заданного диаметра, приложена определенная нагрузка. Средний диаметр отпечатка используется в качестве основы для расчета значения твердости по Бринеллю. Коэффициент приложенной нагрузки, разделенный на значение площади поверхности вдавливания (предполагается, что это сферическая поверхность) — есть число твердости по Бринеллю, рассчитываемое следующим образом:

$$HBW = P / [(\pi D/2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})] \quad (4)$$

где:

HBW = значение твердости по Бринеллю,

P = приложенная нагрузка, кгс,

D = диаметр стального шара, мм, и

d = средний диаметр отпечатка, мм.

ПРИМЕЧАНИЕ 11 — Значения твердости по Бринеллю обычно содержатся в стандартных таблицах, например, Таблице 6, где указаны числа, связанные с различными диаметрами отпечатка, значение которых обычно увеличивается на 0,05 мм.

ПРИМЕЧАНИЕ 12 — В рамках метода испытаний Е 10 все значения указаны в единицах системы СИ, в данном разделе используется кг/м.

17.1.2 В рамках стандартного испытания по Бринеллю при использовании 10-мм шара, испытательная нагрузка составляет 3000 кгс для твердых материалов и 1500 или 500 кгс для тонких срезов или мягких материалов (см. Приложение А2 для стальной трубчатой продукции). При необходимости, возможно использование других значений нагрузок и инденторов других диаметров. При записи значений твердости следует указывать значения нагрузки и диаметра шара, кроме тех случаев, когда используются значения 10 мм для шара и 3000 кгс для нагрузки.

17.1.3 Диапазон значений твердости может быть определен только для закаленных и отпущенных или нормализованных и отпущенных материалов. Для отожженных материалов следует указывать только максимальное значение. Для нормализованных материалов следует указывать максимальное или минимальное значение только по соглашению. К необработанному материалу не следует выдвигать требования по твердости.

ТАБЛИЦА 2 Приблизительный перевод значений твердости для неаустенитных сталей ^A (Соотношение значений твердости по Роквеллу, шкала С, с другими значениями твердости)

Значение твердости по Роквеллу, шкала С нагрузка 150 кгс, алмазный индентор	Значение твердости по Виккерсу	Значение твердости по Бринеллю, нагрузка 3000 кгс, 10 мм шар	Значение твердости по Кнупу, нагрузка 500 гс и более	Значение твердости по Роквеллу, шкала А нагрузка 60 кгс, алмазный индентор	Твердость по Роквеллу			
					Шкала 15N, нагрузка 15 кгс, алмазный индентор	Шкала 30N, нагрузка 30 кгс алмазный индентор	Шкала 45N, нагрузка 45 кгс алмазный индентор	Примерный предел прочности на разрыв ksi (МПа)
68	940	...	920	85.6	93.2	84.4	75.4	...
67	900	...	895	85.0	92.9	83.6	74.2	...
66	865	...	870	84.5	92.5	82.8	73.3	...
65	832	739	846	83.9	92.2	81.9	72.0	...
64	800	722	822	83.4	91.8	81.1	71.0	...
63	772	706	799	82.8	91.4	80.1	69.9	...
62	746	688	776	82.3	91.1	79.3	68.8	...
61	720	670	754	81.8	90.7	78.4	67.7	...
60	697	654	732	81.2	90.2	77.5	66.6	...
59	674	634	710	80.7	89.8	76.6	65.5	351 (2420)
58	653	615	690	80.1	89.3	75.7	64.3	338 (2330)
57	633	595	670	79.6	88.9	74.8	63.2	325 (2240)
56	613	577	650	79.0	88.3	73.9	62.0	313 (2160)
55	595	560	630	78.5	87.9	73.0	60.9	301 (2070)
54	577	543	612	78.0	87.4	72.0	59.8	292 (2010)
53	560	525	594	77.4	86.9	71.2	58.6	283 (1950)
52	544	512	576	76.8	86.4	70.2	57.4	273 (1880)
51	528	496	558	76.3	85.9	69.4	56.1	264 (1820)
50	513	482	542	75.9	85.5	68.5	55.0	255 (1760)
49	498	468	526	75.2	85.0	67.6	53.8	246 (1700)
48	484	455	510	74.7	84.5	66.7	52.5	238 (1640)
47	471	442	495	74.1	83.9	65.8	51.4	229 (1580)
46	458	432	480	73.6	83.5	64.8	50.3	221 (1520)
45	446	421	466	73.1	83.0	64.0	49.0	215 (1480)
44	434	409	452	72.5	82.5	63.1	47.8	208 (1430)
43	423	400	438	72.0	82.0	62.2	46.7	201 (1390)
42	412	390	426	71.5	81.5	61.3	45.5	194 (1340)
41	402	381	414	70.9	80.9	60.4	44.3	188 (1300)
40	392	371	402	70.4	80.4	59.5	43.1	182 (1250)
39	382	362	391	69.9	79.9	58.6	41.9	177 (1220)
38	372	353	380	69.4	79.4	57.7	40.8	171 (1180)
37	363	344	370	68.9	78.8	56.8	39.6	166 (1140)
36	354	336	360	68.4	78.3	55.9	38.4	161 (1110)
35	345	327	351	67.9	77.7	55.0	37.2	156 (1080)
34	336	319	342	67.4	77.2	54.2	36.1	152 (1050)
33	327	311	334	66.8	76.6	53.3	34.9	149 (1030)
32	318	301	326	66.3	76.1	52.1	33.7	146 (1010)
31	310	294	318	65.8	75.6	51.3	32.5	141 (970)
30	302	286	311	65.3	75.0	50.4	31.3	138 (950)
29	294	279	304	64.6	74.5	49.5	30.1	135 (930)
28	286	271	297	64.3	73.9	48.6	28.9	131 (900)
27	279	264	290	63.8	73.3	47.7	27.8	128 (880)
26	272	258	284	63.3	72.8	46.8	26.7	125 (860)
25	266	253	278	62.8	72.2	45.9	25.5	123 (850)
24	260	247	272	62.4	71.6	45.0	24.3	119 (820)
23	254	243	266	62.0	71.0	44.0	23.1	117 (810)
22	248	237	261	61.5	70.5	43.2	22.0	115 (790)
21	243	231	256	61.0	69.9	42.3	20.7	112 (770)
20	238	226	251	60.5	69.4	41.5	19.6	110 (760)

^A В данной таблице приведены примерные взаимосвязи значений твердости и значений предела прочности на разрыв для различных сталей. Возможен тот факт, что стали различного состава и с различной предысторией обработки покажут отклонения в отношении «твердость-прочность на разрыв» от данных, представленных в данной таблице. Данные, приведенные в данной таблице, непригодны для аустенитных нержавеющих сталей, но пригодны для ферритных и мартенситных нержавеющих сталей. Данные, приведенные в данной таблице, не следует использовать для установления взаимосвязей между значениями твердости и предела прочности на разрыв для твердотянутой проволоки. В тех случаях, когда требуются особо точные коэффициенты перевода значений, их следует рассчитать для каждого состава стали, температурной обработки и детали. Следует с осторожностью использовать коэффициенты перевода значений при приеме или отбраковке продукции. Примерные взаимосвязи значений могут повлиять на прием или отбраковку продукции.

17.1.4 Число твердости по Бринеллю требуется указать в том случае, когда не определены механические свойства при растяжении.

17.2 *Оборудование* — Оборудование должно соответствовать нижеуказанным требованиям:

17.2.1 *Испытательная машина* — Машина для проведения испытания по Бринеллю используется при режимах нагрузки, при которых она обладает точностью $\pm 1\%$.

17.2.2 *Измерительный микроскоп* — Микрометрическая шкала микроскопа или другого измерительного прибора, используемого для измерения диаметра вдавливания, должна позволять осуществлять измерение диаметра с точностью до 0.1 мм и производить оценку значения диаметра до 0.05 мм.

ТАБЛИЦА 3 Приблизительный перевод значений твердости для неаустенитных сталей ^A (Соотношение значений твердости по Роквеллу, шкала В, с другими значениями твердости)

Значение твердости по Роквеллу, шкала В, нагрузка 100 кгс, 1/16 дюйма (1.588 мм) шар	Значение твердости по Виккерсу	Значение твердости по Бринеллю, нагрузка 3000 кгс, 10 мм шар	Значение твердости по Кнупу, нагрузка 500 гс и более	Значение твердости по Роквеллу, шкала А нагрузка 60 кгс, алмазный индентор	Значение твердости по Роквеллу, шкала F, нагрузка 60 кгс, 1/16 дюйма (1.588 мм) шар	Твердость по Роквеллу			Примерный предел прочности на разрыв ksi (МПа)
						Шкала 15Т, нагрузка 15 кгс, 1/16 дюйма (1.588 мм) шар	Шкала 30Т, нагрузка 30 кгс, 1/16 дюйма (1.588 мм) шар	Шкала 45Т, нагрузка 45 кгс, 1/16 дюйма (1.588 мм) шар	
100	240	240	251	61.5	...	93.1	83.1	72.9	116 (800)
99	234	234	246	60.9	...	92.8	82.5	71.9	114 (785)
98	228	228	241	60.2	...	92.5	81.8	70.9	109 (750)
97	222	222	236	59.5	...	92.1	81.1	69.9	104 (715)
96	216	216	231	58.9	...	91.8	80.4	68.9	102 (705)
95	210	210	226	58.3	...	91.5	79.8	67.9	100 (690)
94	205	205	221	57.6	...	91.2	79.1	66.9	98 (675)
93	200	200	216	57.0	...	90.8	78.4	65.9	94 (650)
92	195	195	211	56.4	...	90.5	77.8	64.8	92 (635)
91	190	190	206	55.8	...	90.2	77.1	63.8	90 (620)
90	185	185	201	55.2	...	89.9	76.4	62.8	89 (615)
89	180	180	196	54.6	...	89.5	75.8	61.8	88 (605)
88	176	176	192	54.0	...	89.2	75.1	60.8	86 (590)
87	172	172	188	53.4	...	88.9	74.4	59.8	84 (580)
86	169	169	184	52.8	...	88.6	73.8	58.8	83 (570)
85	165	165	180	52.3	...	88.2	73.1	57.8	82 (565)
84	162	162	176	51.7	...	87.9	72.4	56.8	81 (560)
83	159	159	173	51.1	...	87.6	71.8	55.8	80 (550)
82	156	156	170	50.6	...	87.3	71.1	54.8	77 (530)
81	153	153	167	50.0	...	86.9	70.4	53.8	73 (505)
80	150	150	164	49.5	...	86.6	69.7	52.8	72 (495)
79	147	147	161	48.9	...	86.3	69.1	51.8	70 (485)
78	144	144	158	48.4	...	86.0	68.4	50.8	69 (475)
77	141	141	155	47.9	...	85.6	67.7	49.8	68 (470)
76	139	139	152	47.3	...	85.3	67.1	48.8	67 (460)
75	137	137	150	46.8	99.6	85.0	66.4	47.8	66 (455)
74	135	135	147	46.3	99.1	84.7	65.7	46.8	65 (450)
73	132	132	145	45.8	98.5	84.3	65.1	45.8	64 (440)
72	130	130	143	45.3	98.0	84.0	64.4	44.8	63 (435)
71	127	127	141	44.8	97.4	83.7	63.7	43.8	62 (425)
70	125	125	139	44.3	96.8	83.4	63.1	42.8	61 (420)
69	123	123	137	43.8	96.2	83.0	62.4	41.8	60 (415)
68	121	121	135	43.3	95.6	82.7	61.7	40.8	59 (405)
67	119	119	133	42.8	95.1	82.4	61.0	39.8	58 (400)
66	117	117	131	42.3	94.5	82.1	60.4	38.7	57 (395)
65	116	116	129	41.8	93.9	81.8	59.7	37.7	56 (385)
64	114	114	127	41.4	93.4	81.4	59.0	36.7	...
63	112	112	125	40.9	92.8	81.1	58.4	35.7	...
62	110	110	124	40.4	92.2	80.8	57.7	34.7	...
61	108	108	122	40.0	91.7	80.5	57.0	33.7	...
60	107	107	120	39.5	91.1	80.1	56.4	32.7	...
59	106	106	118	39.0	90.5	79.8	55.7	31.7	...
58	104	104	117	38.6	90.0	79.5	55.0	30.7	...
57	103	103	115	38.1	89.4	79.2	54.4	29.7	...
56	101	101	114	37.7	88.8	78.8	53.7	28.7	...
55	100	100	112	37.2	88.2	78.5	53.0	27.7	...
54	...	...	111	36.8	87.7	78.2	52.4	26.7	...
53	...	...	110	36.3	87.1	77.9	51.7	25.7	...
52	...	...	109	35.9	86.5	77.5	51.0	24.7	...
51	...	...	108	35.5	86.0	77.2	50.3	23.7	...
50	...	...	107	35.0	85.4	76.9	49.7	22.7	...
49	...	...	106	34.6	84.8	76.6	49.0	21.7	...
48	...	...	105	34.1	84.3	76.2	48.3	20.7	...
47	...	...	104	33.7	83.7	75.9	47.7	19.7	...
46	...	...	103	33.3	83.1	75.6	47.0	18.7	...
45	...	...	102	32.9	82.6	75.3	46.3	17.7	...
44	...	...	101	32.4	82.0	74.9	45.7	16.7	...
43	...	...	100	32.0	81.4	74.6	45.0	15.7	...
42	...	...	99	31.6	80.8	74.3	44.3	14.7	...
41	...	...	98	31.2	80.3	74.0	43.7	13.6	...
40	...	...	97	30.7	79.7	73.6	43.0	12.6	...
39	...	...	96	30.3	79.1	73.3	42.3	11.6	...
38	...	...	95	29.9	78.6	73.0	41.6	10.6	...
37	...	...	94	29.5	78.0	72.7	41.0	9.6	...
36	...	...	93	29.1	77.4	72.3	40.3	8.6	...
35	...	...	92	28.7	76.9	72.0	39.6	7.6	...
34	...	...	91	28.2	76.3	71.7	39.0	6.6	...
33	...	...	90	27.8	75.7	71.4	38.3	5.6	...

ТАБЛИЦА 3 Продолжение

Значение твердости по Роквеллу, шкала В, нагрузка 100 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар	Значение твердости по Виккерсу	Значение твердости по Бринеллю, нагрузка 3000 кгс, 10 мм шар	Значение твердости по Кнупу, нагрузка 500 гс и более	Значение твердости по Роквеллу, шкала А, нагрузка 60 кгс, алмазный индентор	Значение твердости по Роквеллу, шкала F, нагрузка 60 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар	Твердость по Роквеллу			Примерный предел прочности на разрыв ksi (МПа)
						Шкала 15Т, нагрузка 15 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар	Шкала 30Т, нагрузка 30 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар	Шкала 45Т, нагрузка 45 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар	
32	...	...	89	27.4	75.2	71.0	37.6	4.6	...
31	...	...	88	27.0	74.6	70.7	37.0	3.6	...
30	...	...	87	26.6	74.0	70.4	36.3	2.6	...

^A В данной таблице приведены примерные взаимосвязи значений твердости и значений предела прочности на разрыв для различных сталей. Возможен тот факт, что стали различного состава и с различной предысторией обработки покажут отклонения в отношении «твердость-прочность на разрыв» от данных, представленных в данной таблице. Данные, приведенные в данной таблице, непригодны для аустенитных нержавеющей сталей, но пригодны для ферритных и мартенситных нержавеющей сталей. Данные, приведенные в данной таблице, не следует использовать для установления взаимосвязей между значениями твердости и предела прочности на разрыв для твердотянутой проволоки. В тех случаях, когда требуются особо точные коэффициенты перевода значений, их следует рассчитать для каждого состава стали, температурной обработки и детали.

ТАБЛИЦА 4 Приблизительный перевод значений твердости для аустенитных сталей (Соотношение значений твердости по Роквеллу, шкала С, с другими значениями твердости)

Значение твердости по Роквеллу, шкала С, нагрузка 150 кгс, алмазный индентор	Значение твердости по Роквеллу, шкала А, нагрузка 60 кгс, алмазный индентор	Твердость по Роквеллу		
		Шкала 15N, нагрузка 15 кгс, алмазный индентор	Шкала 30N, нагрузка 30 кгс, алмазный индентор	Шкала 45N, нагрузка 45 кгс, алмазный индентор
48	74.4	84.1	66.2	52.1
47	73.9	83.6	65.3	50.9
46	73.4	83.1	64.5	49.8
45	72.9	82.6	63.6	48.7
44	72.4	82.1	62.7	47.5
43	71.9	81.6	61.8	46.4
42	71.4	81.0	61.0	45.2
41	70.9	80.5	60.1	44.1
40	70.4	80.0	59.2	43.0
39	69.9	79.5	58.4	41.8
38	69.3	79.0	57.5	40.7
37	68.8	78.5	56.6	39.6
36	68.3	78.0	55.7	38.4
35	67.8	77.5	54.9	37.3
34	67.3	77.0	54.0	36.1
33	66.8	76.5	53.1	35.0
32	66.3	75.9	52.3	33.9
31	65.8	75.4	51.4	32.7
30	65.3	74.9	50.5	31.6
29	64.8	74.4	49.6	30.4
28	64.3	73.9	48.8	29.3
27	63.8	73.4	47.9	28.2
26	63.3	72.9	47.0	27.0
25	62.8	72.4	46.2	25.9
24	62.3	71.9	45.3	24.8
23	61.8	71.3	44.4	23.6
22	61.3	70.8	43.5	22.5
21	60.8	70.3	42.7	21.3
20	60.3	69.8	41.8	20.2

ПРИМЕЧАНИЕ 13 — Данные требования распространяются только на конструкцию микроскопа, и не являются требованиями по измерению вдавливания, см. 17.4.3.

17.2.3 *Стандартный шар* — Диаметр стандартного шара, использующегося при испытании по Бринеллю, равен 10 мм (0.3937 дюйма), при наличии отклонения от этого значения не более чем на 0.005 мм (0.0004 дюйма). Шар, пригодный к использованию, не должен демонстрировать изменения в диаметре на значение, превышающее 0.01 мм (0.0004 дюйма) при нагрузке на образец, равной 3000 кгс. В соответствии с данным методом испытания, стальные шарообразные инденторы более не разрешены к использованию при проведении испытания твердости по Бринеллю.

17.3 *Испытуемый образец* — Испытание на твердость по Бринеллю проводится на подготовленных участках, с поверхностей которых следует удалить необходимое

количество металла в целях устранения неровностей поверхностей участков, возникающих благодаря наличию обезуглероженных металлов. Толщина испытуемого образца должна быть такой, чтобы на стороне, противоположной стороне вдавливания, не появилось бы вздутий или других следов, связанных с приложением нагрузки.

17.4 Процедура:

17.4.1 Необходимо, чтобы в технических условиях на продукцию было четко указано то положение, при котором производится вдавливание в рамках испытания по Бринеллю, а также требуемое количество данных вдавливаний. Расстояние от центра отпечатка до концов образца, или другого отпечатка, должно быть хотя бы в два или полтора раза больше диаметра отпечатка.

17.4.2 Нагрузите образец на время, равное 10–15 с.

ТАБЛИЦА 5 Приблизительный перевод значений твердости для аустенитных сталей (Соотношение значений твердости по Роквеллу, шкала В, с другими значениями твердости)

Значение твердости по Роквеллу, шкала В, нагрузка 100 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар	Диаметр вдавливания при определении значения твердости по Бринеллю, мм	Значение твердости по Бринеллю, нагрузка 3000 кгс, 10 мм шар	Значение твердости по Роквеллу, шкала А, нагрузка 60 кгс, алмазный индентор	Твердость по Роквеллу		
				Шкала 15Т, нагрузка 15 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588-мм) шар	Шкала 30Т, нагрузка 30 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар	Шкала 45Т, нагрузка 45 кгс, $\frac{1}{16}$ дюйма (1.588 мм) шар
100	3.79	256	61.5	91.5	80.4	70.2
99	3.85	248	60.9	91.2	79.7	69.2
98	3.91	240	60.3	90.8	79.0	68.2
97	3.96	233	59.7	90.4	78.3	67.2
96	4.02	226	59.1	90.1	77.7	66.1
95	4.08	219	58.5	89.7	77.0	65.1
94	4.14	213	58.0	89.3	76.3	64.1
93	4.20	207	57.4	88.9	75.6	63.1
92	4.24	202	56.8	88.6	74.9	62.1
91	4.30	197	56.2	88.2	74.2	61.1
90	4.35	192	55.6	87.8	73.5	60.1
89	4.40	187	55.0	87.5	72.8	59.0
88	4.45	183	54.5	87.1	72.1	58.0
87	4.51	178	53.9	86.7	71.4	57.0
86	4.55	174	53.3	86.4	70.7	56.0
85	4.60	170	52.7	86.0	70.0	55.0
84	4.65	167	52.1	85.6	69.3	54.0
83	4.70	163	51.5	85.2	68.6	52.9
82	4.74	160	50.9	84.9	67.9	51.9
81	4.79	156	50.4	84.5	67.2	50.9
80	4.84	153	49.8	84.1	66.5	49.9

17.4.3 Измерьте диаметры инденторов в соответствии с Методом испытания Е10.

17.4.4 Не рекомендуется проводить испытание твердости по Бринеллю материалов, значение твердости которых превышает 650 HBW.

17.4.4.1 Если размеры шара, используемого в рамках испытания по Бринеллю, превышают размеры, указанные в 17.4.4, следует отбраковать шар и заменить его, либо провести повторные измерения в целях обеспечения соответствия Методу испытания Е 10.

17.5 *Значения твердости по Бринеллю:*

17.5.1 Значения твердости по Бринеллю не следует обозначать только числом, в связи с тем, что существует необходимость указать какой индентор и какое значение усилия были использованы при проведении испытания. После значения твердости по Бринеллю следует указывать символ HBW, а также индекс, который отображает условия проведения испытаний в следующем порядке:

17.5.1.1 Диаметр шара, мм.

17.5.1.2 Величина приложенной нагрузки, кгс, а также

17.5.1.3 Время выдержки приложенного усилия в секундах, если это значение не составляет от 10 до 15 с.

17.5.1.4 Единственным исключением к вышеуказанным требованиям является шкала HBW 10/3000, при времени выдержки, равном 10–15 с. Только в том случае, когда используется данная шкала, в отчете можно указать пометку HBW.

17.5.1.5 *Примеры:* 220 HBW = Твердость по Бринеллю, равная 220, определенная при помощи шара, диаметр которого составляет 10 мм, испытательное усилие, приложенное на время от 10 до 15 с., равняется 3000 кгс.; 350 HBW 5/1500 = Твердость по Бринеллю, равная 350, определенная при помощи шара, диаметр которого составляет 5 мм, испытательное усилие, приложенное на время от 10 до 15 с., равняется 1500 кгс.

17.6 *Подробное описание методики испытания* — См. последнюю ревизию метода испытания Е10.

18. Испытание по Роквеллу

18.1 *Описание:*

18.1.1 В рамках данного испытания значение твердости определяется посредством определения глубины проникновения алмазного индентора или шара из карбида вольфрама в образец при заданных условиях. Предварительная нагрузка, равная 10 кгс, прилагается во время начального проникновения, устанавливает индентор на материал и задает его положение. Основная нагрузка, которая зависит от типа используемой шкалы, увеличивает глубину проникновения. Основная нагрузка убирается, и определяется значение твердости по Роквеллу, являющееся пропорциональным количественной разнице проникновения при основной и предварительной нагрузках. Оно обычно определяется машинным способом, отображается на цифровом индикаторе, принтере или ином устройстве, и представляет собой произвольное число, увеличивающееся одновременно со значением твердости. Чаще всего используются следующие шкалы:

Символ шкалы	Индентор	Основная нагрузка, кгс	Предварительная нагрузка, кгс
В	$\frac{1}{16}$ -дюймовый шар из карбида вольфрама	100	10
С	Алмазный индентор	150	10

18.1.2 Машины для определения твердости по Роквеллу при уменьшенных нагрузках используются для испытания очень тонких сталей на тонких поверхностях. Нагрузки, равные 15, 30 или 45 кгс, прикладываемые к шару из карбида вольфрама (или закаленной стали) или алмазный индентор обеспечивают тот же диапазон значений твердости, что большие нагрузки. Использование закаленного стального шара разрешено только для испытания тонколистовой продукции жестепокатного стана, как указано в Технических условиях А623 и А623М, с использованием шкал HR15Т и HR30Т, с алмазной точечной наковальней.

ТАБЛИЦА 6 Число твердости по Бринеллю^А
(Шар диаметром 10 мм, нагрузка 500, 1500 и 3000 кгс)

Диаметр отпечатка , мм	Значение твердости по Бринеллю			Диаметр отпечатка, мм	Значение твердости по Бринеллю			Диаметр отпечатка, мм	Значение твердости по Бринеллю			Диаметр отпечатка, мм	Значение твердости по Бринеллю		
	нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс		нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс		нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс		нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс
2.00	158	473	945	3.25	58.6	176	352	4.50	29.8	89.3	179	5.75	17.5	52.5	105
2.01	156	468	936	3.26	58.3	175	350	4.51	29.6	88.8	178	5.76	17.4	52.3	105
2.02	154	463	926	3.27	57.9	174	347	4.52	29.5	88.4	177	5.77	17.4	52.1	104
2.03	153	459	917	3.28	57.5	173	345	4.53	29.3	88.0	176	5.78	17.3	51.9	104
2.04	151	454	908	3.29	57.2	172	343	4.54	29.2	87.6	175	5.79	17.2	51.7	103
2.05	150	450	899	3.30	56.8	170	341	4.55	29.1	87.2	174	5.80	17.2	51.5	103
2.06	148	445	890	3.31	56.5	169	339	4.56	28.9	86.8	174	5.81	17.1	51.3	103
2.07	147	441	882	3.32	56.1	168	337	4.57	28.8	86.4	173	5.82	17.0	51.1	102
2.08	146	437	873	3.33	55.8	167	335	4.58	28.7	86.0	172	5.83	17.0	50.9	102
2.09	144	432	865	3.34	55.4	166	333	4.59	28.5	85.6	171	5.84	16.9	50.7	101
2.10	143	428	856	3.35	55.1	165	331	4.60	28.4	85.4	170	5.85	16.8	50.5	101
2.11	141	424	848	3.36	54.8	164	329	4.61	28.3	84.8	170	5.86	16.8	50.3	101
2.12	140	420	840	3.37	54.4	163	326	4.62	28.1	84.4	169	5.87	16.7	50.2	100
2.13	139	416	832	3.38	54.1	162	325	4.63	28.0	84.0	168	5.88	16.7	50.0	99.9
2.14	137	412	824	3.39	53.8	161	323	4.64	27.9	83.6	167	5.89	16.6	49.8	99.5
2.15	136	408	817	3.40	53.4	160	321	4.65	27.8	83.3	167	5.90	16.5	49.6	99.2
2.16	135	404	809	3.41	53.1	159	319	4.66	27.6	82.9	166	5.91	16.5	49.4	98.8
2.17	134	401	802	3.42	52.8	158	317	4.67	27.5	82.5	165	5.92	16.4	49.2	98.4
2.18	132	397	794	3.43	52.5	157	315	4.68	27.4	82.1	164	5.93	16.3	49.0	98.0
2.19	131	393	787	3.44	52.2	156	313	4.69	27.3	81.8	164	5.94	16.3	48.8	97.7
2.20	130	390	780	3.45	51.8	156	311	4.70	27.1	81.4	163	5.95	16.2	48.7	97.3
2.21	129	386	772	3.46	51.5	155	309	4.71	27.0	81.0	162	5.96	16.2	48.5	96.9
2.22	128	383	765	3.47	51.2	154	307	4.72	26.9	80.7	161	5.97	16.1	48.3	96.6
2.23	126	379	758	3.48	50.9	153	306	4.73	26.8	80.3	161	5.98	16.0	48.1	96.2
2.24	125	376	752	3.49	50.6	152	304	4.74	26.6	79.9	160	5.99	16.0	47.9	95.9
2.25	124	372	745	3.50	50.3	151	302	4.75	26.5	79.6	159	6.00	15.9	47.7	95.5
2.26	123	369	738	3.51	50.0	150	300	4.76	26.4	79.2	158	6.01	15.9	47.6	95.1
2.27	122	366	732	3.52	49.7	149	298	4.77	26.3	78.9	158	6.02	15.8	47.4	94.8
2.28	121	363	725	3.53	49.4	148	297	4.78	26.2	78.5	157	6.03	15.7	47.2	94.4
2.29	120	359	719	3.54	49.2	147	295	4.79	26.1	78.2	156	6.04	15.7	47.0	94.1
2.30	119	356	712	3.55	48.9	147	293	4.80	25.9	77.8	156	6.05	15.6	46.8	93.7
2.31	118	353	706	3.56	48.6	146	292	4.81	25.8	77.5	155	6.06	15.6	46.7	93.4
2.32	117	350	700	3.57	48.3	145	290	4.82	25.7	77.1	154	6.07	15.5	46.5	93.0
2.33	116	347	694	3.58	48.0	144	288	4.83	25.6	76.8	154	6.08	15.4	46.3	92.7
2.34	115	344	688	3.59	47.7	143	286	4.84	25.5	76.4	153	6.09	15.4	46.2	92.3
2.35	114	341	682	3.60	47.5	142	285	4.85	25.4	76.1	152	6.10	15.3	46.0	92.0
2.36	113	338	676	3.61	47.2	142	283	4.86	25.3	75.8	152	6.11	15.3	45.8	91.7
2.37	112	335	670	3.62	46.9	141	282	4.87	25.1	75.4	151	6.12	15.2	45.7	91.3
2.38	111	332	665	3.63	46.7	140	280	4.88	25.0	75.1	150	6.13	15.2	45.5	91.0
2.39	110	330	659	3.64	46.4	139	278	4.89	24.9	74.8	150	6.14	15.1	45.3	90.6
2.40	109	327	653	3.65	46.1	138	277	4.90	24.8	74.4	149	6.15	15.1	45.2	90.3
2.41	108	324	648	3.66	45.9	138	275	4.91	24.7	74.1	148	6.16	15.0	45.0	90.0
2.42	107	322	643	3.67	45.6	137	274	4.92	24.6	73.8	148	6.17	14.9	44.8	89.6
2.43	106	319	637	3.68	45.4	136	272	4.93	24.5	73.5	147	6.18	14.9	44.7	89.3
2.44	105	316	632	3.69	45.1	135	271	4.94	24.4	73.2	146	6.19	14.8	44.5	89.0
2.45	104	313	627	3.70	44.9	135	269	4.95	24.3	72.8	146	6.20	14.7	44.3	88.7
2.46	104	311	621	3.71	44.6	134	268	4.96	24.2	72.5	145	6.21	14.7	44.2	88.3
2.47	103	308	616	3.72	44.4	133	266	4.97	24.1	72.2	144	6.22	14.7	44.0	88.0
2.48	102	306	611	3.73	44.1	132	265	4.98	24.0	71.9	144	6.23	14.6	43.8	87.7
2.49	101	303	606	3.74	43.9	132	263	4.99	23.9	71.6	143	6.24	14.6	43.7	87.4
2.50	100	301	601	3.75	43.6	131	262	5.00	23.8	71.3	143	6.25	14.5	43.5	87.1
2.51	99.4	298	597	3.76	43.4	130	260	5.01	23.7	71.0	142	6.26	14.5	43.4	86.7
2.52	98.6	296	592	3.77	43.1	129	259	5.02	23.6	70.7	141	6.27	14.4	43.2	86.4
2.53	97.8	294	587	3.78	42.9	129	257	5.03	23.5	70.4	141	6.28	14.4	43.1	86.1
2.54	97.1	291	582	3.79	42.7	128	256	5.04	23.4	70.1	140	6.29	14.3	42.9	85.8
2.55	96.3	289	578	3.80	42.4	127	255	5.05	23.3	69.8	140	6.30	14.2	42.7	85.5
2.56	95.5	287	573	3.81	42.2	127	253	5.06	23.2	69.5	139	6.31	14.2	42.6	85.2
2.57	94.8	284	569	3.82	42.0	126	252	5.07	23.1	69.2	138	6.32	14.1	42.4	84.9
2.58	94.0	282	564	3.83	41.7	125	250	5.08	23.0	68.9	138	6.33	14.1	42.3	84.6
2.59	93.3	280	560	3.84	41.5	125	249	5.09	22.9	68.6	137	6.34	14.0	42.1	84.3
2.60	92.6	278	555	3.85	41.3	124	248	5.10	22.8	68.3	137	6.35	14.0	42.0	84.0
2.61	91.8	276	551	3.86	41.1	123	246	5.11	22.7	68.0	136	6.36	13.9	41.8	83.7
2.62	91.1	273	547	3.87	40.9	123	245	5.12	22.6	67.7	135	6.37	13.9	41.7	83.4
2.63	90.4	271	543	3.88	40.6	122	244	5.13	22.5	67.4	135	6.38	13.8	41.5	83.1
2.64	89.7	269	538	3.89	40.4	121	242	5.14	22.4	67.1	134	6.39	13.8	41.4	82.8
2.65	89.0	267	534	3.90	40.2	121	241	5.15	22.3	66.9	134	6.40	13.7	41.2	82.5
2.66	88.4	265	530	3.91	40.0	120	240	5.16	22.2	66.6	133	6.41	13.7	41.1	82.2
2.67	87.7	263	526	3.92	39.8	119	239	5.17	22.1	66.3	133	6.42	13.6	40.9	81.9
2.68	87.0	261	522	3.93	39.6	119	237	5.18	22.0	66.0	132	6.43	13.6	40.8	81.6

ТАБЛИЦА 6 Продолжение

Диаметр отпечатка , мм	Значение твердости по Бринеллю			Диаметр отпечатка, мм	Значение твердости по Бринеллю			Диаметр отпечатка, мм	Значение твердости по Бринеллю			Диаметр отпечатка, мм	Значение твердости по Бринеллю		
	нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс		нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс		нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс		нагрузка 500 кгс	нагрузка 1500 кгс	нагрузка 3000 кгс
2.69	86.4	259	518	3.94	39.4	118	236	5.19	21.9	65.8	132	6.44	13.5	40.6	81.3
2.70	85.7	257	514	3.95	39.1	117	235	5.20	21.8	65.5	131	6.45	13.5	40.5	81.0
2.71	85.1	255	510	3.96	38.9	117	234	5.21	21.7	65.2	130	6.46	13.4	40.4	80.7
2.72	84.4	253	507	3.97	38.7	116	232	5.22	21.6	64.9	130	6.47	13.4	40.2	80.4
2.73	83.8	251	503	3.98	38.5	116	231	5.23	21.6	64.7	129	6.48	13.4	40.1	80.1
2.74	83.2	250	499	3.99	38.3	115	230	5.24	21.5	64.4	129	6.49	13.3	39.9	79.8
2.75	82.6	248	495	4.00	38.1	114	229	5.25	21.4	64.1	128	6.50	13.3	39.8	79.6
2.76	81.9	246	492	4.01	37.9	114	228	5.26	21.3	63.9	128	6.51	13.2	39.6	79.3
2.77	81.3	244	488	4.02	37.7	113	226	5.27	21.2	63.6	127	6.52	13.2	39.5	79.0
2.78	80.8	242	485	4.03	37.5	113	225	5.28	21.1	63.3	127	6.53	13.1	39.4	78.7
2.79	80.2	240	481	4.04	37.3	112	224	5.29	21.0	63.1	126	6.54	13.1	39.2	78.4
2.80	79.6	239	477	4.05	37.1	111	223	5.30	20.9	62.8	126	6.55	13.0	39.1	78.2
2.81	79.0	237	474	4.06	37.0	111	222	5.31	20.9	62.6	125	6.56	13.0	38.9	78.0
2.82	78.4	235	471	4.07	36.8	110	221	5.32	20.8	62.3	125	6.57	12.9	38.8	77.6
2.83	77.9	234	467	4.08	36.6	110	219	5.33	20.7	62.1	124	6.58	12.9	38.7	77.3
2.84	77.3	232	464	4.09	36.4	109	218	5.34	20.6	61.8	124	6.59	12.8	38.5	77.1
2.85	76.8	230	461	4.10	36.2	109	217	5.35	20.5	61.5	123	6.60	12.8	38.4	76.8
2.86	76.2	229	457	4.11	36.0	108	216	5.36	20.4	61.3	123	6.61	12.8	38.3	76.5
2.87	75.7	227	454	4.12	35.8	108	215	5.37	20.3	61.0	122	6.62	12.7	38.1	76.2
2.88	75.1	225	451	4.13	35.7	107	214	5.38	20.3	60.8	122	6.63	12.7	38.0	76.0
2.89	74.6	224	448	4.14	35.5	106	213	5.39	20.2	60.6	121	6.64	12.6	37.9	75.7
2.90	74.1	222	444	4.15	35.3	106	212	5.40	20.1	60.3	121	6.65	12.6	37.7	75.4
2.91	73.6	221	441	4.16	35.1	105	211	5.41	20.0	60.1	120	6.66	12.5	37.6	75.2
2.92	73.0	219	438	4.17	34.9	105	210	5.42	19.9	59.8	120	6.67	12.5	37.5	74.9
2.93	72.5	218	435	4.18	34.8	104	209	5.43	19.9	59.6	119	6.68	12.4	37.3	74.7
2.94	72.0	216	432	4.19	34.6	104	208	5.44	19.8	59.3	119	6.69	12.4	37.2	74.4
2.95	71.5	215	429	4.20	34.4	103	207	5.45	19.7	59.1	118	6.70	12.4	37.1	74.1
2.96	71.0	213	426	4.21	34.2	103	205	5.46	19.6	58.9	118	6.71	12.3	36.9	73.9
2.97	70.5	212	423	4.22	34.1	102	204	5.47	19.5	58.6	117	6.72	12.3	36.8	73.6
2.98	70.1	210	420	4.23	33.9	102	203	5.48	19.5	58.4	117	6.73	12.2	36.7	73.4
2.99	69.6	209	417	4.24	33.7	101	202	5.49	19.4	58.2	116	6.74	12.2	36.6	73.1
3.00	69.1	207	415	4.25	33.6	101	201	5.50	19.3	57.9	116	6.75	12.1	36.4	72.8
3.01	68.6	206	412	4.26	33.4	100	200	5.51	19.2	57.7	115	6.76	12.1	36.3	72.6
3.02	68.2	205	409	4.27	33.2	99.7	199	5.52	19.2	57.5	115	6.77	12.1	36.2	72.3
3.03	67.7	203	406	4.28	33.1	99.2	198	5.53	19.1	57.2	114	6.78	12.0	36.0	72.1
3.04	67.3	202	404	4.29	32.9	98.8	198	5.54	19.0	57.0	114	6.79	12.0	35.9	71.8
3.05	66.8	200	401	4.30	32.8	98.3	197	5.55	18.9	56.8	114	6.80	11.9	35.8	71.6
3.06	66.4	199	398	4.31	32.6	97.8	196	5.56	18.9	56.6	113	6.81	11.9	35.7	71.3
3.07	65.9	198	395	4.32	32.4	97.3	195	5.57	18.8	56.3	113	6.82	11.8	35.5	71.1
3.08	65.5	196	393	4.33	32.3	96.8	194	5.58	18.7	56.1	112	6.83	11.8	35.4	70.8
3.09	65.0	195	390	4.34	32.1	96.4	193	5.59	18.6	55.9	112	6.84	11.8	35.3	70.6
3.10	64.6	194	388	4.35	32.0	95.9	192	5.60	18.6	55.7	111	6.85	11.7	35.2	70.4
3.11	64.2	193	385	4.36	31.8	95.5	191	5.61	18.5	55.5	111	6.86	11.7	35.1	70.1
3.12	63.8	191	383	4.37	31.7	95.0	190	5.62	18.4	55.2	110	6.87	11.6	34.9	69.9
3.13	63.3	190	380	4.38	31.5	94.5	189	5.63	18.3	55.0	110	6.88	11.6	34.8	69.6
3.14	62.9	189	378	4.39	31.4	94.1	188	5.64	18.3	54.8	110	6.89	11.6	34.7	69.4
3.15	62.5	188	375	4.40	31.2	93.6	187	5.65	18.2	54.6	109	6.90	11.5	34.6	69.2
3.16	62.1	186	373	4.41	31.1	93.2	186	5.66	18.1	54.4	109	6.91	11.5	34.5	68.9
3.17	61.7	185	370	4.42	30.9	92.7	185	5.67	18.1	54.2	108	6.92	11.4	34.3	68.7
3.18	61.3	184	368	4.43	30.8	92.3	185	5.68	18.0	54.0	108	6.93	11.4	34.2	68.4
3.19	60.9	183	366	4.44	30.6	91.8	184	5.69	17.9	53.7	107	6.94	11.4	34.1	68.2
3.20	60.5	182	363	4.45	30.5	91.4	183	5.70	17.8	53.5	107	6.95	11.3	34.0	68.0
3.21	60.1	180	361	4.46	30.3	91.0	182	5.71	17.8	53.3	107	6.96	11.3	33.9	67.7
3.22	59.8	179	359	4.47	30.2	90.5	181	5.72	17.7	53.1	106	6.97	11.3	33.8	67.5
3.23	59.4	178	356	4.48	30.0	90.1	180	5.73	17.6	52.9	106	6.98	11.2	33.6	67.3
3.24	59.0	177	354	4.49	29.9	89.7	179	5.74	17.6	52.7	105	6.99	11.2	33.5	67.0

^A Подготовлено секцией теоретической механики Института методики разработки стандартов.

(Испытание данного продукта с использованием индентора из карбида вольфрама может давать существенно различающиеся результаты по сравнению со статистическими данными испытаний, полученными с использованием закаленного стального шара). Шкалы поверхностной твердости:

Символ шкалы	Индентор	Основная нагрузка, кгс	Предварительная нагрузка, кгс
15T	1/16 - дюймовый шар из карбида вольфрама	15	3
30T	1/16 - дюймовый шар из карбида вольфрама	30	3
45T	1/16 - дюймовый шар из карбида вольфрама	45	3
15N	Алмазный индентор	15	3
30N	Алмазный индентор	30	3
45N	Алмазный индентор	45	3

18.2 *Составление отчетов по твердости* — При записи значений твердости число твердости всегда должно предшествовать обозначению шкалы, например: 96 HRBW, 40 HRC, 75 HR15N, 56HR30TS или 77 HR30TW. Буква *W* в конце указывает на использование шара из карбида вольфрама, Буква *S* — на использование закаленного шара, как допускается п. 18.1.2.

18.3 *Испытательные блоки* — Машины должны быть проверены, чтобы гарантировать, что они находятся в рабочем состоянии, посредством стандартизированных испытательных блоков Роквелла.

18.4 *Подробное описание процедуры испытания* — См. последнюю ревизию метода испытаний E 18 для получения детальных рекомендаций по данному методу.

19. Испытание на твердость с использованием портативного оборудования

19.1 Хотя данный стандарт, как правило, использует методы испытаний твердости по Бринеллю или Роквеллу с фиксированным местоположением, не всегда возможно выполнить испытание на твердость с помощью такого оборудования в связи с размером детали, ее местоположением или по другим причинам материально-технического характера. В данном случае испытание на твердость с использованием переносного оборудования, как описано в Методах испытаний A956, A1038, и E10, должно применяться в строгом соответствии для представления в отчете результатов испытаний согласно выбранному стандарту (см. примеры ниже). Стандартное практическое руководство A833 может быть использовано, хотя может не всегда быть подходящим в качестве критерия для приемки или отбраковки, так как Практическое руководство A833 не содержит заключения о точности и погрешности.

19.1.1 *Практическое руководство A833* — Измеренное число твердости должно указываться в отчете в соответствии со стандартными методами, и ему должно присваиваться обозначение HBS с последующим значением твердости сравнительного испытания испытательного стержня, для обозначения того, что оно было определено с помощью портативного сравнительного твердомера, как в следующем примере:

19.1.1.1 *232 HBS/240*, где 232 — результат испытания на твердость с использованием портативного сравнительного метода испытания (HBS), а 240 — твердость по Бринеллю испытательного стержня в сравнительном испытании.

19.1.2 *Метод испытания A956:*

19.1.2.1 Измеренное число твердости должно быть указано в отчете в соответствии со стандартными методами и сопровождаться обозначением ударного устройства для определения твердости по Либу в скобках, для обозначения того, что оно было определено с помощью портативного сравнительного твердомера, как в следующем примере:

(1) *350 HLD*, где 350 — результат испытания на твердость с использованием портативного метода для определения твердости по Либу с ударным устройством HLD.

19.1.2.2 Когда указываются в отчете значения твердости,

преобразованные из числа Либа, в скобках должен быть указан используемый портативный прибор, например:

(1) *350 HB (HLD)*, где исходное испытание на твердость проводилось с использованием портативного метода испытания на твердость по Либу с ударным устройством HLD и результат был преобразован в значение твердости по Бринеллю (HB)

19.1.3 *Метод испытания A1038* — Измеренное число твердости должно указываться в отчете в соответствии со стандартными методами и и сопровождаться указанием UCI в скобках, для обозначения того, что оно было определено с помощью портативного сравнительного твердомера, как в следующем примере:

19.1.3.1 *446 HV (UCI) 10*, где 446 — результат испытания на твердость с использованием портативного метода испытания UCI под действием усилия 10 кгс.

19.1.4 *Метод испытания E110* — Измеренное число твердости должно быть указано в отчете в соответствии со стандартными методами и сопровождаться указанием /P для обозначения того, что оно было определено с помощью портативного сравнительного твердомера, как в следующем примере:

19.1.4.1 *Примеры для твердости по Роквеллу:*

(1) *40 HRC/P*, где 40 — результат испытания на твердость с использованием портативного метода испытания по Роквеллу C.

(2) *72 HRBW/P*, где 72 — результат испытания на твердость с использованием портативного метода испытания по Роквеллу В, с применением шарового индентора из карбида вольфрама.

19.1.4.2 *Примеры для твердости по Бринеллю:*

(1) *220 HBW/P 10/3000*, где 220 — результат испытания на твердость с использованием портативного метода испытания по Бринеллю с шаром диаметром 10 мм и испытательным усилием 3000 кгс (29,42 кН), прикладываемым в течение 10–15 с.

(2) *350 HBW/P 5/750*, где 350 — результат испытания на твердость с использованием портативного метода испытания по Бринеллю с шаром диаметром 5 мм и испытательным усилием 750 кгс (7,355 кН), прикладываемым в течение 10–15 с.

ИСПЫТАНИЕ НА УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ ПО ШАРПИ

20. Общие положения

20.1 Испытание на ударную вязкость по Шарпи с V-образным надрезом — это испытание в динамическом режиме, при котором образец с надрезом, закрепленный в специальной испытательной машине, раскалывается единственным ударом. К показателям, измеряемым в рамках данного испытания, можно отнести поглощенную энергию, процентное выражение сдвига, поперечное расширение напротив надреза или сочетание вышеуказанных показателей.

20.2 Температура во время проведения испытания, отличающаяся от комнатной температуры, обычно указывается в рамках общих технических условий (далее, спецификация). Несмотря на то, что иногда температура при проведении испытания связана с ожидаемой температурой при обслуживании, два этих вида температур не должны быть идентичными.

21. Значение и применение

21.1 *Вязкий излом и хрупкий излом* — Сплавы с объемно-центрированной кубической структурой или ферритные сплавы демонстрируют заметное изменение в поведении во время проведения испытания на ударную вязкость при различных температурах. При температурах, превышающих переходные значения, образцы дают вязкий излом (обычно при слиянии микропор), поглощая довольно большое количество энергии. При более низких температурах они дают хрупкий излом (обычно расщепляются), поглощая меньшее количество энергии. В переходной области излом будет представлять собой сочетание участков вязкого и хрупкого изломов.

21.2 Диапазон температур при переходе от одного состояния к другому во многом зависит от материала, подвергающегося испытанию. Поведение материала при переходе может определяться различными способами в соответствии с целями технических условий

21.2.1 В рамках технических условий может быть включен минимальный объем требований к поглощенной в результате испытания при заданной температуре энергии, виду излома, поперечному расширению или сочетанию вышеуказанных показателей.

21.2.2 В рамках технических условий может быть включено определение порога хладноломкости, при котором поглощенная энергия или вид излома достигают заданного уровня при проведении испытания в заданном диапазоне температур. В качестве альтернативы, технические условия могут требовать определения температуры порога хладноломкости (FATT) как температуры, при которой требуемый минимальный процент вязкого излома достигается.

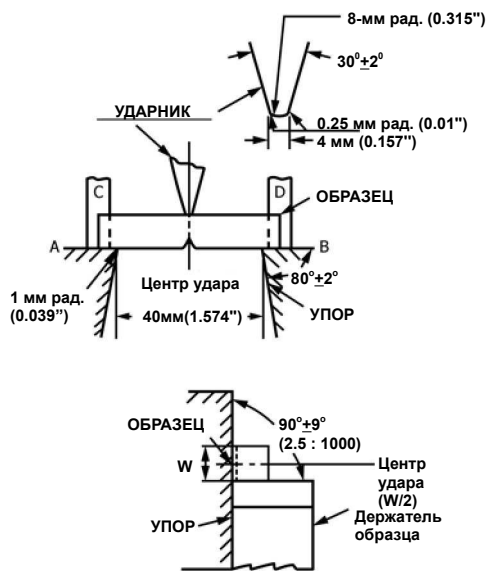
21.3 Дальнейшая информация по испытаниям на ударную вязкость содержится в Приложении A5.

22. Оборудование

22.1 Испытательная машина:

22.1.1 Машина для проведения испытаний по Шарпи представляет собой аппарат, в котором надрезанный образец раскалывается в результате удара свободно перемещающегося маятника, падающего с фиксированной высоты. Так как эта высота и масса маятника известны, энергия удара также определена заранее. При помощи различных способов можно определить энергию, поглощенную при ударе образца.

22.1.2 Еще одной особенностью машины являются держатели (см. рис. 10), поддерживающие образец как балку на двух опорах. Держатели устроены так, что надрезанная сторона образца располагается вертикально. Маятник производит удар по другой стороне, находящейся напротив надреза и расположенной вертикально. Размеры опор образца и ударной кромки должны соответствовать указанным на рис. 10.



Все допуски на размер должны составлять ± 0.05 мм (0.002 дюйма), если не указано иное.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — А должна быть параллельна В в отношении 2:1000 и компланарна В в рамках 0.05 мм (0.002 дюйма).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — С должна быть параллельна D в отношении 20:1000 и компланарна D в рамках 0.125 мм (0.005 дюйма).

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Обработка неотмеченных частей должна составлять 4 мкм (125 мкдюйм.).

ПРИМЕЧАНИЕ 4—Допуск на радиус углов ударника должен составлять -0.05 мм (0.002 дюйма)/+0.50 мм (0.020 дюйма)

22.1.3 Машины, используемые для испытания сталей по Шарпи, обычно обладают мощностью в диапазоне от 220 до 300 фунт силы - фут (от 300 до 400 Дж). Иногда используются машины меньшей мощности, но, тем не менее, мощность машины должна превышать количество поглощаемой энергии (см. Метод испытания Е 23). Линейная скорость в точке удара должна составлять от 16 до 19 футов/с (от 4.9 до 5.8 м/с).

ПРИМЕЧАНИЕ 14 — Исследование влияния радиуса ударной части находится в свободном доступе.⁶

22.2 Температура среды:

22.2.1 Если испытание проводится при температуре, отличной от комнатной, необходимо поместить образцы для испытания по Шарпи в среду, температура которой контролируется.

22.2.2 Низкотемпературные среды обычно являются охлажденными жидкостями (например, вода, вода со льдом, вода с органическими растворителями, жидкий азот) или охлажденными газами.

22.2.3 Среды с повышенной температурой обычно представляют собой нагретые жидкости, например, минеральные или силиконовые масла. При работе с ними могут использоваться печи с циркуляцией воздуха.

22.3 Манипуляционное устройство — Для извлечения образца из среды и помещения его на упор используются щипцы, специально подготовленные для работы с образцом (см. Метод испытаний Е 23). Если крепежи не позволяют осуществить автоматическую центровку испытуемых образцов, то это можно сделать при помощи щипцов.

23. Отбор образцов и их количество

23.1 Отбор образцов:

23.1.1 Местоположение и ориентация проведения испытания должны быть регламентированы спецификацией. Если это не так, для ковальной продукции местоположение проведения испытания должно совпадать с расположением образца для испытаний на растяжение, ориентация должны быть продольной, а надрез — располагаться перпендикулярно к главной плоскости испытуемой продукции.

23.1.2 Количество образцов.

23.1.2.1 Все образцы для проведения испытания по Шарпи должны быть взяты из одного пробного образца или местоположения испытания.

23.1.2.2 Когда в рамках технических условий требуется, как минимум, средний результат испытания, следует провести испытание на трех образцах.

23.1.2.3 Когда в рамках технических условий требуется определение порога хладноломкости, следует провести испытание на восьми-двенадцати образцах.

23.2 Тип и размер:

23.2.1 Используйте стандартные полноразмерные образцы с V-образным надрезом (тип А), изображенные на рис. 11, кроме указанных в 23.2.2.

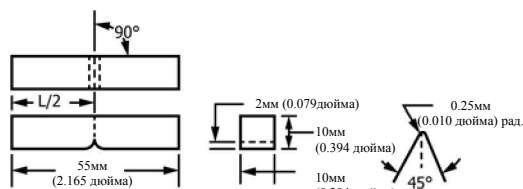
23.2.2 Образцы уменьшенного размера.

23.2.2.1 Для плоского материала, толщина которого составляет $\frac{7}{16}$ дюйма (11 мм), или предполагается, что поглощенная энергия которого превысит 80% полной шкалы, используйте испытуемые образцы меньшего размера.

23.2.2.2 При работе с трубчатыми материалами, испытуемыми в поперечном направлении, в случае, когда соотношение между диаметром и толщиной стенки не соответствует требованиям стандартного полноразмерного образца, следует использовать стандартные испытуемые образцы меньшего размера или образцы стандартного размера, обладающие искривленной линией внешнего диаметра (OD):

⁶ Подтверждающие данные хранятся в штаб-квартире ASTM International и могут быть получены в ответ на запрос Отчета об исследованиях RR: A01-1001.

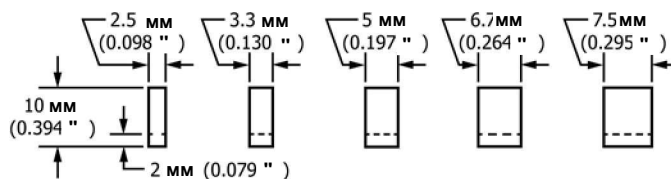
РИС. 10 Испытание на ударную вязкость по Шарпи



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Допуски на размер составляют:

Длина надреза до конца	$90 \pm 2^\circ$
Прилежащие стороны должны быть	$90^\circ \pm 10 \text{ мин}$
Размеры поперечного сечения	$\pm 0.075 \text{ мм} (\pm 0.003 \text{ дюйма})$
Длина образца (L)	$+0, -2.5 \text{ мм} (+0, -0.100 \text{ дюйма})$
Центрирование надреза (L/2)	$\pm 1 \text{ мм} (\pm 0.039 \text{ дюйма})$
Угол надреза	$\pm 1^\circ$
Радиус надреза	$\pm 0.025 \text{ мм} (\pm 0.001 \text{ дюйма})$
Глубина надреза	$\pm 0.025 \text{ мм} (\pm 0.001 \text{ дюйма})$
Требования к обработке	2 мкм (63 мкдюйма.) на поверхности с нанесенным надрезом и с другой стороны; 4 мкм (125 мкдюймов.) на двух других поверхностях

(а) Стандартные полноразмерные образцы



ПРИМЕЧАНИЕ 2 — При работе с образцами меньшего размера, все измерения и допуски, характерные для стандартных образцов, остаются теми же, кроме ширины, различающейся так, как показано выше, и для которой допуск будет составлять $\pm 1\%$.

(b) Стандартные образцы меньшего размера

РИС. 11 Образцы для испытания на ударную вязкость по Шарпи (простая балка)

(1) Образцы как стандартного, так и уменьшенного размера, могут содержать первоначальную поверхность OD трубчатой продукции, в соответствии с рис. 12. Все прочие размеры должны соответствовать рис. 11.

ПРИМЕЧАНИЕ 15 — Для материалов с уровнем жесткости, превышающим 50 фут-фунтов, значения предела текучести образцов, обладающих первоначальной поверхностью OD, может превысить аналогичные значения для обычных образцов.

23.2.2.3 Если невозможно подготовить стандартный полноразмерный образец, следует подготовить наибольший из возможных образцов меньшего размера. Образцы следует обработать таким образом, чтобы они не находились ближе 0.020 дюйма (0.5 мм) от поверхности.

23.2.2.4 Допуски для стандартных образцов меньшего размера изображены на рис. 11. Размеры для таких образцов составляют: 10 x 7.5 мм, 10 x 6.7 мм, 10 x 5 мм, 10 x 3.3 мм, и 10 x 2.5 мм.

23.2.2.5 Нанесите надрез на узкую сторону стандартного образца меньшего размера таким образом, чтобы он располагался перпендикулярно 10-мм широкой стороне.

23.3 Подготовка надреза — Механическая обработка (например, фрезерование, обработка разверткой или шлифовка) надреза крайне важна, так как незначительные отклонения радиуса и профиля надреза или следы инструментов на основании надреза могут привести к вариациям данных испытания, в частности, для материалов с малым значением поглощаемой энергии. (См. Приложение A5).

24. Калибровка

24.1 Точность и чувствительность — Следует производить калибровку машин для испытаний по Шарпи в соответствии с требованиями Метода испытаний E 23.

25. Выдержка — Температурный контроль

25.1 Когда в рамках технических условий или покупателем требуется проведение испытания при заданной температуре, следует осуществлять температурный контроль с точностью до $\pm 2^\circ\text{F}$ (1°C).

ПРИМЕЧАНИЕ 16 — Для некоторых сталей, например, аустенитных, нет необходимости в температурных ограничениях.

ПРИМЕЧАНИЕ 17 — В связи с тем, что температура в испытательной лаборатории обычно колеблется от 60 до 90°F (от 15 до 32°C), следует проводить испытание при «комнатной температуре».

26. Методика

26.1 Температура:

26.1.1 Поместите образцы, которые должны быть разрушены, как минимум на 5 минут в жидкую среду и на 30 минут в газообразную, при испытательной температуре.

26.1.2 До начала каждого испытания придайте щипцам ту же температуру, что и образцу, в целях того, чтобы не повлиять на температуру надреза.

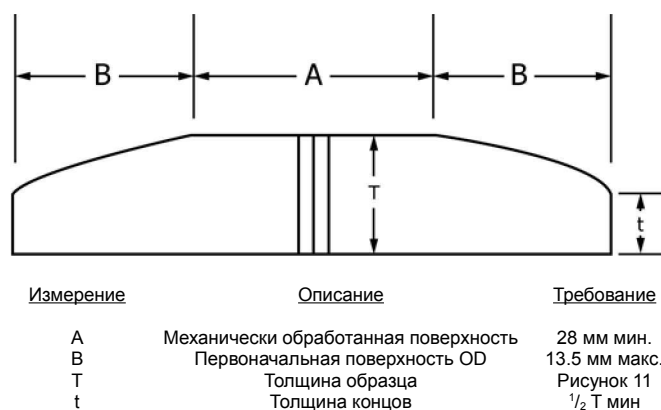


РИС. 12 Трубчатый образец для испытания на удар, обладающий первоначальной поверхностью OD

26.2 Расположение образца и нанесение удара:

26.2.1 Аккуратно поместите образец по центру упора и освободите маятник для нанесения удара.

26.2.2 Если маятник не отпущен в течении 5 с. после извлечения образца, не наносите удар, а верните образец в среду, необходимую для установления необходимой температуры на время, указанное в 26.1.1

26.3 Восстановление образцов — В том случае, когда требуется определить вид излома или поперечное расширение, следует восстановить сочетаемые части каждого из расколотых образцов до осуществления раскалывания следующего.

26.4 Индивидуальные значения испытаний:

26.4.1 Энергия удара — Следует зафиксировать значение энергии поглощенного удара с точностью до одного фунт силы — фута (Дж).

26.4.2 Вид излома:

26.4.2.1 Процентное значение сдвигового излома следует определить одним из следующих методов:

(1) Измерением длины и ширины ломкой части поверхности излома, в соответствии с изображением на рис. 13, и определением площади среза на поверхности излома в соответствии с таблицами 7 или 8 (в зависимости от единиц измерения).

(2) Сравнением внешнего вида излома на образце с картой видов излома, (см. рис. 14).

(3) Увеличением поверхности излома и сравнением ее с эталонными прозрачными палетками или измерением процентного значения площади сдвигового излома при помощи планиметра.

(4) Фотографированием поверхности излома при необходимом увеличении и измерением процентного сдвигового излома при помощи планиметра.

26.4.2.2 Следует определить индивидуальные значения вида излома с точностью до 5% значения сдвигового излома и зафиксировать их.

26.4.3 Поперечное расширение:

26.4.3.1 Поперечное расширение — это увеличение ширины образца, выраженное в тысячных долях дюйма (миллах), со стороны сжатой зоны, располагающейся напротив надреза образца, изображенного на рис. 15.

26.4.3.2 Следует рассмотреть половину каждого образца на предмет отсутствия повреждений выступов после взаимодействия с упором, установочной поверхностью машины и т.д. Отбракуйте поврежденные образцы, т.к. они могут привести к появлению ошибочных данных.

26.4.3.3 Следует проверить перпендикулярность расположения сторон образца и надреза в целях контроля отсутствия неровностей, возникающих во время испытания на ударную вязкость. Если неровности существуют, аккуратно удалите их при помощи наждачного полотна или схожего

абразива. Убедитесь, что измеренные выступы не были стерты во время устранения неровностей.

26.4.3.4 При помощи измерительного прибора, схожего с изображенными на рис. 16 и 17, следует измерить степень расширения с каждой стороны каждой половины по отношению к плоскости, определяемой недеформированной частью стороны образца.

26.4.3.5 В связи с тем, что траектория излома редко делит пополам точку максимального расширения с обеих сторон образца, сумма большего значения, измеряющаяся с каждой стороны, представляет собой значение, полученное в результате испытания. Следует соединить половины одного образца таким образом, чтобы сжатые зоны находились друг напротив друга. При помощи измерительного прибора следует измерить выступы каждой половины образца, при условии измерения одной и той же стороны образца. Следует произвести измерения двух половин по отдельности. Далее следует повторить процедуру измерения выступов с другой стороны половин образца. Большее из двух значений покажет расширение для данного образца.

26.4.3.6 Следует измерить индивидуальное поперечное расширение с точностью до мила (0.025 мм) и зафиксировать значения.

26.4.3.7 Учитывая исключения, указанные ниже, следует считать, что любой образец, будучи неразделенным на две части посредством удара, является целым. Боковое расширение целого образца может считаться изломанным, если образец может быть разделен путем нажатия на обе шарнирные половинки один раз и затем разделения их на части без дальнейшего усталостного напряжения образца, а боковое расширение, измеренное для целого образца (до изгиба) равно или больше, чем измерено для разделенных половин. В случае, когда образец не может быть разделен на две половины, боковое расширение может быть измерено при условии, что «губы среза» могут быть доступны без вмешательства со стороны шарнирной связи, которая была деформирована во время испытаний.

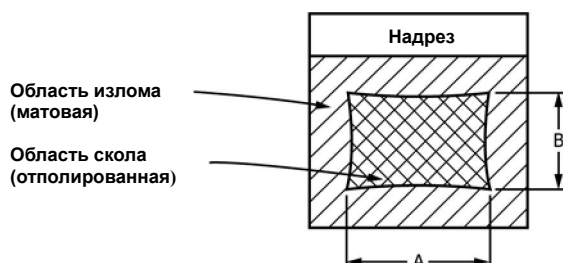
27. Интерпретация результатов испытаний

27.1 При условии, что критерий любого испытания на удар определяется как минимальное среднее значение при заданной температуре, результаты испытания также должны представлять собой среднее арифметическое значений, полученных в результате испытаний трех образцов, взятых из одной точки диагностики.

27.1.1 После определения минимального среднего значения:

27.1.1.1 Результаты испытания являются приемлемыми, когда выполняются все нижеуказанные требования:

(1) Значение, полученное в результате исследования, равняется или превышает заданное минимальное среднее значение (приведенное в рамках технических условий),



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Измерьте среднее значение A и B с точностью до 0.02 дюйма или 0.5 мм.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Определите процентное значение сдвигового излома при помощи таблиц 7 или 8.

РИС. 13 Определение процентного значения сдвигового излома

ТАБЛИЦА 7 Процентный сдвиг для измерений, сделанных в дюймах

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Так как данная таблица рассчитана на конечные измерения *A* и *B*, 100% значение сдвига будет достигнуто, когда либо *A*, либо *B* равен нулю.

Размер В, дюйм	Размер А, дюйм																
	0.05	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40
0.05	98	96	95	94	94	93	92	91	90	90	89	88	87	86	85	85	84
0.10	96	92	90	89	87	85	84	82	81	79	77	76	74	73	71	69	68
0.12	95	90	88	86	85	83	81	79	77	75	73	71	69	67	65	63	61
0.14	94	89	86	84	82	80	77	75	73	71	68	66	64	62	59	57	55
0.16	94	87	85	82	79	77	74	72	69	67	64	61	59	56	53	51	48
0.18	93	85	83	80	77	74	72	68	65	62	59	56	54	51	48	45	42
0.20	92	84	81	77	74	72	68	65	61	58	55	52	48	45	42	39	36
0.22	91	82	79	75	72	68	65	61	57	54	50	47	43	40	36	33	29
0.24	90	81	77	73	69	65	61	57	54	50	46	42	38	34	30	27	23
0.26	90	79	75	71	67	62	58	54	50	46	41	37	33	29	25	20	16
0.28	89	77	73	68	64	59	55	50	46	41	37	32	28	23	18	14	10
0.30	88	76	71	66	61	56	52	47	42	37	32	27	23	18	13	9	3
0.31	88	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	18	10	5	0

ТАБЛИЦА 8 Процентный сдвиг для измерений, сделанных в мм

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Так как данная таблица рассчитана на конечные измерения *A* и *B*, 100% значение сдвига будет достигнуто, когда либо *A*, либо *B* равен нулю.

Размер В, мм	Размер А, мм																		
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
1.0	99	98	98	97	96	96	95	94	94	93	92	92	91	91	90	89	89	88	88
1.5	98	97	96	95	94	93	92	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
2.0	98	96	95	94	92	91	90	89	88	86	85	84	82	81	80	79	77	76	75
2.5	97	95	94	92	91	89	88	86	84	83	81	80	78	77	75	73	72	70	69
3.0	96	94	92	91	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72	70	68	66	64	62
3.5	96	93	91	89	87	85	82	80	78	76	74	72	69	67	65	63	61	58	56
4.0	95	92	90	88	85	82	80	77	75	72	70	67	65	62	60	57	55	52	50
4.5	94	92	89	86	83	80	77	75	72	69	66	63	61	58	55	52	49	46	44
5.0	94	91	88	85	81	78	75	72	69	66	62	59	56	53	50	47	44	41	37
5.5	93	90	86	83	79	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	38	35	31
6.0	92	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	47	44	40	36	33	29	25
6.5	92	88	84	80	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	27	23	19
7.0	91	87	82	78	74	69	65	61	56	52	47	43	39	34	30	26	21	17	12
7.5	91	86	81	77	72	67	62	58	53	48	44	39	34	30	25	20	16	11	6
8.0	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0

(2) Индивидуальные значения не более одного образца, полученные в результате испытания, меньше заданного минимального среднего значения, а также

(3) Индивидуальные значения любого образца, полученные в результате испытания, не меньше двух третей заданного минимального среднего значения.

27.1.1.2 Если все требования, приведенные в 27.1.1.1, не выполнены, следует провести одно повторное испытание на трех дополнительных образцах, взятых в той же точке диагностики. Индивидуальное значение, полученное в результате повторного испытания каждого из трех образцов, должно равняться или превышать заданное минимальное среднее значение.

27.2 *Испытание, определяющее минимальное значение температуры порога хладноломкости:*

27.2.1 *Определение порога хладноломкости* — В рамках данных технических условий, порог хладноломкости возникает при такой температуре, при которой значение, полученное при испытании материалов, является равным или превышает заданное минимальное испытательное значение.

27.2.2 *Определение температуры порога хладноломкости:*

27.2.2.1 В соответствии с процедурой, приведенной в Разделе 26, разломите один из образцов при каждом значении температуры выше и ниже значения ожидаемого порога хладноломкости. Зафиксируйте каждое значение температуры с точностью до 1°F (0.5°C).

27.2.2.2 Нанесите на график индивидуальные результаты испытания (Фунт силы - фут или процент площади) как значения по ординате, а значения температуры проведения испытания, соответственно, как значения по абсциссе, по точкам на графике постройте оптимальную кривую.

27.2.2.3 Если температура порога хладноломкости

определяется как температура, при которой достигается уровень испытательного значения величины, следует определить температуру, при которой построенная по точкам кривая пересекается с графическим выражением заданного уровня испытательного значения величины (экстраполяция запрещена). Зафиксируйте значение порога хладноломкости с точностью до 5°F (3°C). Если результаты исследования, внесенные в таблицу, демонстрируют, что значение порога хладноломкости меньше заданного, в нанесении данных на график нет необходимости. Следует включить в отчет самое низкое значение испытательной температуры, при которой испытательное значение величины превышает заданное значение.

27.2.2.4 Результаты испытания можно считать приемлемыми в том случае, если заданная температура порога хладноломкости меньше или равна заданному значению.

27.2.2.5 Если заданная температура порога хладноломкости выше, чем заданное значение, но не более чем на 20°F (12°C), следует провести испытание образцов в соответствии с Разделом 26 для построения двух дополнительных кривых. Результаты испытания можно принять в том случае, если значения температуры, полученные в результате обоих дополнительных испытаний, меньше или равны заданному значению.

27.3 Если использование образцов меньшего размера разрешено, необходимо и разрешено одновременно, следует внести коррективы в требования к проведению испытания в соответствии с табл. 9 или температурой проведения испытания в соответствии с Кодом ASME по котлам и сосудам под давлением, таблицей UG-84.2, или в соответствии с обеими таблицами. Более высокое значение энергии или более низкое значение температуры может быть согласовано между покупателем и поставщиком.

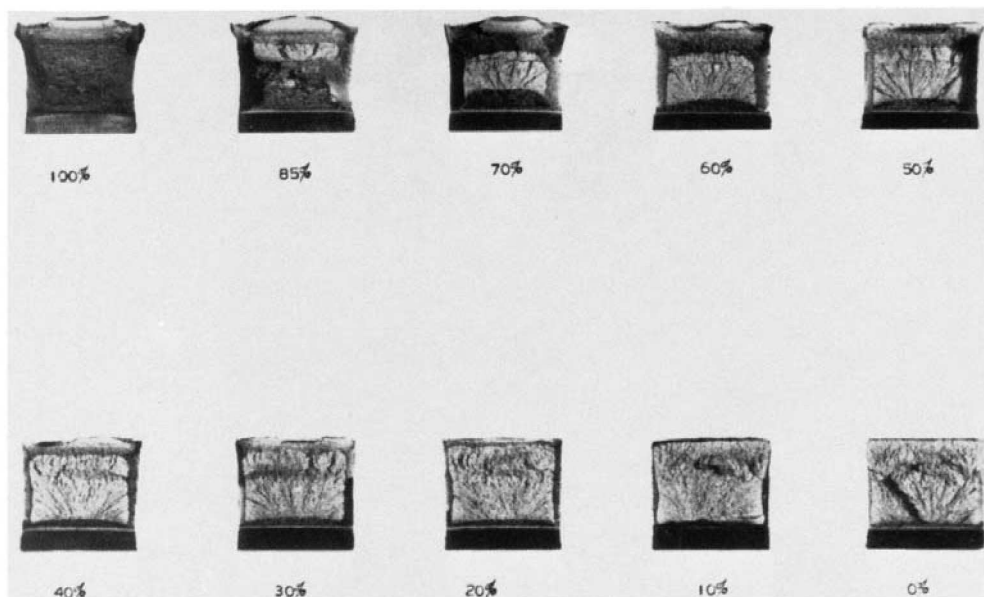


РИС. 14 Карты видов излома и сравнение процентного сдвигового излома

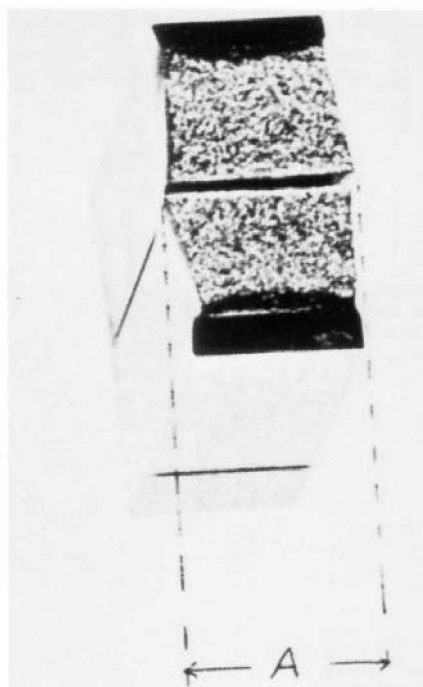


РИС. 15 Половины расколотого в результате испытания по Шарпи образца с V-образным надрезом, соединенные для измерения поперечного расширения, размер A

28. Записи

28.1 Записи по результатам испытаний должны содержать следующую информацию:

28.1.1 Полное описание испытуемых материалов (номер в соответствии с техническими условиями, класс или тип, размер, номер плавки).

28.1.2 Ориентация образца в соответствии с осью материала.

28.1.3 Размер образца.

28.1.4 Температура при испытаниях и индивидуальное значение при испытании каждого отбракованного образца, включающее в себя первоначальные и повторные испытания.

28.1.5 Результаты испытаний.

28.1.6 Порог хладноломкости и критерий его определения, включающий в себя первоначальные и повторные испытания.

29. Отчет

29.1 В рамках технических условий следует определить информацию, необходимую для включения в отчет.

30. Ключевые слова

30.1 испытание на изгиб; твердость по Бринеллю; испытание на ударную вязкость по Шарпи; растяжение; FATT (температура порога хладноломкости); испытание на твердость; портативное оборудование для испытания на твердость; сужение; твердость по Роквеллу; предел прочности на разрыв; испытание на растяжение; предел текучести

ТАБЛИЦА 9 Критерий приемки для образцов различного размера при нанесении V-образного надреза по Шарпи

Полный размер, 10 на 10 мм		$\frac{3}{4}$ размера, 10 на 7.5 мм		$\frac{2}{3}$ размера, 10 на 6.7 мм		$\frac{1}{2}$ размера, 10 на 5 мм		$\frac{1}{3}$ размера, 10 на 3.3 мм		$\frac{1}{4}$ размера, 10 на 2.5 мм	
Фунт силы - фут	[Дж]	Фунт силы - фут	[Дж]	Фунт силы - фут	[Дж]	Фунт силы - фут	[Дж]	Фунт силы - фут	[Дж]	Фунт силы - фут	[Дж]
40 ^A	[54]	30	[41]	27	[37]	20	[27]	13	[18]	10	[14]
35	[48]	26	[35]	23	[31]	18	[24]	12	[16]	9	[12]
30	[41]	22	[30]	20	[27]	15	[20]	10	[14]	8	[11]
25	[34]	19	[26]	17	[23]	12	[16]	8	[11]	6	[8]
20	[27]	15	[20]	13	[18]	10	[14]	7	[10]	5	[7]
16	[22]	12	[16]	11	[15]	8	[11]	5	[7]	4	[5]
15	[20]	11	[15]	10	[14]	8	[11]	5	[7]	4	[5]
13	[18]	10	[14]	9	[12]	6	[8]	4	[5]	3	[4]
12	[16]	9	[12]	8	[11]	6	[8]	4	[5]	3	[4]
10	[14]	8	[11]	7	[10]	5	[7]	3	[4]	2	[3]
7	[10]	5	[7]	5	[7]	4	[5]	2	[3]	2	[3]

^A Таблица ограничена значением 40 фут-фунт в связи с тем, что при больших величинах отношение между размером образца и результатами испытаний, как отмечалось, становится нелинейным.

ПРИЛОЖЕНИЯ

(Обязательная информация)

A1. СТАЛЬНАЯ ПРУТКОВАЯ АРМАТУРА

A1.1 Область применения

A1.1.1 Данное приложение содержит требования по проведению испытаний для стальной прутковой арматуры, определенные для продукции. Эти требования являются дополнительными к рассмотренным в основном разделе данных Технических условий. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и в основном разделе, требования приложения будут иметь преимущественную силу. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и техническими условиями на продукцию, требования технических условий будут иметь преимущественную силу.

A1.2 Ориентация испытываемых образцов

A1.2.1 Испытание прутков из углеродистой и легированной стали и профилей размера менее 3 дюймов из-за относительно небольшого размера в поперечном сечении проводится по продольному направлению. В особых случаях, когда размер позволяет, и производство или эксплуатация оправдывают проведение испытания по поперечному направлению, выбор и место проведения испытания или испытаний являются вопросом согласования между производителем и покупателем.

A1.3 Испытание на растяжение

A1.3.1 *Прутки из углеродистой стали* — Обычно в

требованиях по растяжению в прокатанном состоянии не указаны прутки из углеродистой стали, поскольку размеры круглых, квадратных, шестиугольных и восьмигранных сечений менее $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм) или расстояние между параллельными поверхностями для плоских прокатов, а не для других сечений сортового проката, менее 1 дюйма² (645 мм²) в площади поперечного сечения.

A1.3.2 *Прутки из легированной стали* — Обычно прутки из углеродистой стали не испытываются в прокатанном состоянии.

A1.3.3 Если предусмотрено проведение испытаний на растяжение, руководство по отбору испытываемых образцов для горячекатаных и холоднотянутых стальных прутков разного размера должно соответствовать Таблице A1.1, если иное не предусмотрено техническими характеристиками изделия.

A1.4 Испытание на изгиб

A1.4.1 Если предусмотрены испытания на изгиб, рекомендуемое руководство по горячекатаным и холоднотянутым стальным пруткам должно соответствовать Таблице A1.2.

A1.5 Испытание на твердость

A1.5.1 *Испытание прутков на твердость* — плоские круглые, квадратные, шестиугольные и восьмиугольные сечения — проводится на поверхности, с которой снимается минимум 0.015 дюйма для обеспечения точной прокаливаемости.

ТАБЛИЦА А1.1 Руководства по отбору образцов стальных прутков для проведения испытания на растяжение

Примечание 1 — Если площадь для поперечных сечений прутка трудно определить посредством простого измерения, вычисление площади в квадратных дюймах можно производить путем деления веса на погонный дюйм образца в фунтах на 0.2833 (вес 1 дюйм³ стали) или путем деления веса на погонный фут образца на 3.4 (вес стали 1 дюйм² и 1 фут в длину).

Толщина, дюйм (мм)	Ширина, дюйм (мм)	Горячекатаные прутки	Холоднотянутые прутки
Плоский прокат			
От 5/8 до 1 1/2 (от 16 до 38), не включая	Менее 5/8 (16)	Полное сечение, рабочая длина 8 дюймов (200 - мм) (Рис. 3).	Уменьшенное сечение фрезерованием, рабочая длина 2 дюйма (50 мм) и ширина приблизительно на 25% меньше испытуемых образцов.
	Больше 1 1/2 (38)	Полное сечение, или литье до ширины 1 1/2 дюйма (38 мм) и рабочей длины 8 дюймов (200-мм) (Рис. 3).	Уменьшенное сечение фрезерованием, рабочая длина 2 дюйма и ширина 1 1/2 дюйма.
	До 1 1/2 (38), включая	Полное сечение, рабочая длина 8 дюймов или механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от центра сечения (Рис. 4).	Уменьшенное сечение фрезерованием, рабочая длина 2 дюйма (50 мм) и ширина приблизительно на 25% меньше испытуемых образцов, или механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от центра сечения (Рис. 4).
	Больше 1 1/2 (38)	Полное сечение или литье, ширина 1 1/2 дюйма (38 мм), рабочая длина 8 дюймов (200-мм) (Рис. 3) или механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от середины между краем и центром сечения (Рис. 4).	Уменьшенное сечение фрезерованием, рабочая длина 2 дюйма и ширина 1 1/2 дюйма или механическая обработка до сечения 1/2, рабочей длины образца 2 дюйма от середины между краем и центром сечения (Рис. 4)
1 1/2 (38) и более		Полное сечение, рабочая длина 8 дюймов (200 мм), или механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от середины между поверхностью и центром (Рис. 4).	Механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от середины между поверхностью и центром (Рис. 4).
Круглые, квадратные, шестиугольные и восьмигранные сечения			
Диаметр или расстояние между параллельными поверхностями, дюйм (мм)	Горячекатаные прутки		Холоднотянутые прутки
Менее 5/8	Полное сечение, рабочая длина 8 дюймов (200-мм) или механически обработать до образца уменьшенного размера (Рис. 4).		Механическая обработка до образца уменьшенного размера (Рис. 4).
От 5/8 до 1 1/2 (от 16 до 38), не включая	Полное сечение, рабочая длина 8 дюймов (200-мм) или механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от центра сечения (Рис. 4).		Механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма рабочей длины образца от центра сечения (Рис. 4).
1 1/2 (38) и более	Полное сечение, рабочая длина 8 дюймов (200-мм) или механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от середины между поверхностью и центром сечения (Рис. 4).		Механическая обработка до сечения 1/2 на 2 дюйма (13 на 50 мм) рабочей длины образца от середины между поверхностью и центром сечения (Рис. 4).
Прочие сечения размером менее 3 дюймов			
Все размеры	Полное сечение, рабочая длина 8 дюймов (200 мм) или подготовьте испытываемый образец ширины 1 1/2 дюйма (38 мм) (по возможности), рабочей длины 8 дюймов (200 мм).		Уменьшенное сечение фрезерованием, рабочая длина 2 дюйма (50 мм) и ширина приблизительно на 25% меньше испытываемого образца.

ТАБЛИЦА А1.2 Рекомендуемое руководство по отбору образцов стальных прутков для проведения испытания на изгиб

Примечание 1 — Длина всех образцов не должна быть меньше 6 дюймов (150 мм).

Примечание 2 — Концы образцов могут быть закругленными до радиуса, не превышающего $\frac{1}{16}$ дюйма (1.6 мм).

Плоский прокат		
Толщина, дюйм (мм)	Ширина, дюйм (мм)	Рекомендованный размер
До $\frac{1}{2}$ (13), включая	До $\frac{3}{4}$ (19), включая Больше $\frac{3}{4}$ (19)	Полное сечение. Полное сечение или механическая обработка до размера не менее $\frac{3}{4}$ дюйма (19 мм) ширины на толщину образца.
Больше $\frac{1}{2}$ (13)	Все	Полное сечение или механическая обработка до размера 1 на $\frac{1}{2}$ дюйма (25 на 13 мм) образец от середины между центром и поверхностью.
Круглые, квадратные, шестиугольные и восьмигранные сечения		
Диаметр или расстояние между параллельными поверхностями, дюйм (мм)		Рекомендованный размер
До $1\frac{1}{2}$ (38), включая Больше $1\frac{1}{2}$ (38)		Полное сечение Механическая обработка до размера 1 на $\frac{1}{2}$ дюйма (25 на 13 мм) образец от середины между центром и поверхностью.

А2. СТАЛЬНЫЕ ТРУБНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

А2.1 Область применения

А2.1.1 Данное приложение содержит требования по проведению испытаний для стальных трубных изделий, определенные для этой продукции. Эти требования являются дополнительными к рассмотренным в основном разделе данных Технических условий. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и в основном разделе, требования приложения будут иметь преимущественную силу. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и техническими условиями на продукцию, требования технических условий будут иметь преимущественную силу.

А2.1.2 Трубные профили, охваченные данной спецификацией, могут быть круглыми, квадратными, прямоугольными и фасонными.

А2.2 Испытание на растяжение

А2.2.1 *Продольные полноразмерные испытываемые образцы:*

А2.2.1.1 В качестве альтернативы при использовании испытываемых образцов в виде продольной полосы или круглых продольных испытываемых образцов используются образцы полноразмерных трубных секций для проведения испытания на растяжение при условии, что оборудование для испытания имеет достаточную мощность. Необходимо достаточно глубоко вставить усадочные металлические втулки в данные трубные образцы, чтобы при захвате зажимами установки для испытаний не произошло разрушения образцов. Расчет, используемый для данных втулок, показан на Рис. А2.1. Втулки не должны углубляться в той части образцов, в которой проводится измерение удлинения (Рис. А2.1). Необходимо соблюдать осторожность, чтобы, насколько возможно, нагрузка в данных случаях прикладывалась в осевом направлении. Длина образца полного сечения зависит от рабочей длины, заданной для проведения измерения удлинения.

А2.2.1.2 Если иное не предусмотрено техническими характеристиками изделия, рабочая длина равна 2 дюймам или 50 мм, за исключением трубки, имеющей наружный диаметр $\frac{3}{8}$ дюйма (9.5 мм) или меньше, обычно используется рабочая длина, равная наружному диаметру, умноженному на четыре, если требуется удлинение, сравнимое с полученным удлинением при проведении испытания более крупных образцов.

А2.2.1.3 Для определения площади поперечного сечения образца с полным сечением необходимо записать измерения, как

средние между самыми наибольшими и самыми наименьшими значениями наружного диаметра и среднюю толщину стенки, с точностью до 0.001 дюйма (0.025 мм), площадь поперечного сечения вычисляется по следующему уравнению:

$$A = 3.1416t(D - t) \quad (\text{А2.1})$$

где:

A = площадь поперечного сечения, дюйм²

D = наружный диаметр, дюйм, и

t = толщина стенки трубки, дюйм

ПРИМЕЧАНИЕ А2.1 — Есть и другие методы по определению площади поперечного сечения, такие как взвешивания образцов, которые являются равнозначными или подходящими для данной цели.

А2.2.2 *Продольные образцы в виде полос для испытаний:*

А2.2.2.1 В качестве альтернативы в использовании продольных полноразмерных испытываемых образцов или продольных круглых испытываемых образцов используются продольные испытываемые образцы в виде полос, полученные из полос, вырезанных из трубного изделия, как показано на Рис. А2.2, и механически обработанных до размеров, показанных на Рис. А2.3. Для сварной строительной трубки данные испытываемые образцы должны располагаться, по крайней мере, под углом 90° от сварного шва; для прочих сварных трубных изделий данные испытываемые образцы должны располагаться приблизительно под углом 90° от сварного шва. Если иное не предусмотрено техническими характеристиками изделия, рабочая длина должна соответствовать размеру С на Рис. А2.3. Испытание данных образцов должно проводиться при использовании зажимов, являющимися плоскими или имеющими поверхностный контур, соответствующий кривизне трубного изделия, или концы испытываемых образцов должны быть сплюснены без термообработки перед проведением испытания при использовании плоских зажимов. Необходимо применять испытываемый образец, показанный под номером 4 на Рис. 3, если только мощность оборудования для испытания или размеры и свойства испытываемого трубного изделия не предполагают использование образца под номером 1, 2 или 3.

ПРИМЕЧАНИЕ А2.2 — Точная формула по вычислению площади поперечного сечения образцов типа, показанного на Рис. А 2.3, и взятого из круглой трубки, приведена в Методах испытания Е 8Е/8М.

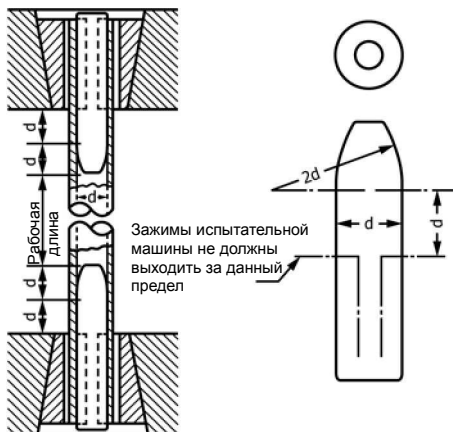
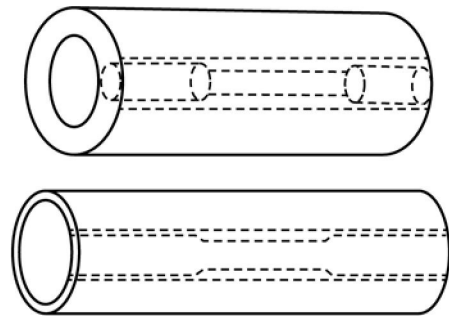
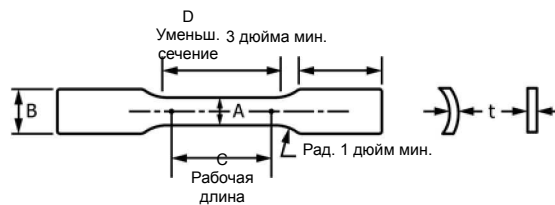


РИС. А2.1 Металлические втулки для испытания трубных образцов, Соответствующее местоположение втулок в образцах и образцов в головках установки для испытаний



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Концы данной заготовки для образца должны срезаться параллельно друг другу.

РИС. А2.2 Размещение продольных образцов в виде колец, вырезанных из трубных изделий, для испытания на растяжение



РАЗМЕРЫ

Номер образца	Размеры, дюйм			
	A	B	C	D
1	$\frac{1}{2} \pm 0.015$	$\frac{11}{16}$ приблизительно	2 ± 0.005	$2\frac{1}{4}$ мин
2	$\frac{3}{4} \pm 0.031$	1 приблизительно	2 ± 0.005	$2\frac{1}{4}$ мин
			4 ± 0.005	$4\frac{1}{2}$ мин
3	1 ± 0.062	$1\frac{1}{2}$ приблизительно	2 ± 0.005	$2\frac{1}{4}$ мин
			4 ± 0.005	$4\frac{1}{2}$ мин
4	$1\frac{1}{2} \pm 0.125$	2 приблизительно	2 ± 0.010	$2\frac{1}{4}$ мин
			4 ± 0.015	$4\frac{1}{2}$ мин
			8 ± 0.020	9 мин
5	$\frac{1}{4} \pm 0.002$	$\frac{3}{8}$ приблизительно	1 ± 0.003	$1\frac{1}{4}$ мин

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Площадь поперечного сечения может вычисляться путем умножения A на t .

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Размер t является толщиной испытуемого образца, как предусмотрено в соответствующих технических характеристиках материала.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Уменьшенное сечение должно быть параллельным в пределах 0.010 дюйма и может иметь постепенный скос по ширине от концов к центру, с концами не более 0.010 дюйма шире, чем центр.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Концы образца должны быть симметричными центральной линии уменьшенного сечения в пределах 0.10 дюйма.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.4 мм.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — Допускаются образцы с параллельными сторонами по всей длине, за исключением арбитражных испытаний, при условии, что: (a) используются вышеуказанные допуски; (b) предоставлено соответствующее число обозначений для определения удлинения; и (c) при определении предела текучести используется соответствующий экстензометр. Если разрушение возникает на расстоянии менее $2A$ от конца захватывающего устройства, определяемые при растяжении свойства материала не могут быть репрезентативными. Если свойства соответствуют минимальным заданным требованиям, не требуется дальнейшее проведение испытания, но, если не соответствуют, то необходимо аннулировать данное испытание и провести дополнительное.

ПРИМЕЧАНИЕ 7 — Образец 5 предназначен для испытаний образцов, извлеченных из продукта в процессе эксплуатации. Образец 5 не должен использоваться для проверки соответствия нового продукта. Критерии приемки для значений относительного удлинения, полученных на образцах с рабочей длиной 1 дюйм, должны определяться по соглашению между ответственными сторонами.

РИС. A2.3 Размеры и допуски на размер для испытания на растяжение образцов в виде продольных полос трубной продукции

A2.2.2.2 Ширину необходимо измерить с каждого конца рабочей длины для определения параллельности, а также в центре. В центре следует измерить толщину, которая используется с измерением ширины в центре для определения площади поперечного сечения. Измерение ширины в центре необходимо записать с точностью до 0.005 дюйма (0.127 мм), а измерение толщины с точностью до 0.001 дюйма.

A2.2.3 Поперечные испытуемые образцы в виде полос:

A2.2.3.1 Обычно для трубных изделий, имеющих номинальный диаметр меньше 8 дюймов, не рекомендуется проведение испытаний на поперечное растяжение. При необходимости образцы, испытываемые на поперечное растяжение, можно взять из колец, отрезанных от концов трубки или трубы, как показано на Рис. A2.4. Образец можно сплющить либо после отделения от трубки, как на Рис. A2.4 (a), или перед отделением, как на Рис. A2.4 (b), и либо в горячем, либо в холодном состоянии; но если сплющивание образца осуществляется в холодном состоянии, данный образец впоследствии можно привести в норму. Образцы из трубки или трубы, для которых характерна термическая обработка, после сплющивания либо в горячем, либо в холодном состоянии, должны обрабатываться тем

же способом, что и трубка или труба. Для трубки или трубы, имеющих толщину стенки меньше $\frac{3}{4}$ дюйма (19 мм), поперечный испытуемый образец должен иметь форму и размеры, показанные на Рис. A2.5, любую или обе поверхности можно механически обработать до безопасной равномерной толщины. Образцы для проведения испытаний на поперечное растяжение сварных стальных трубок или трубы для определения прочности сварных швов должны располагаться перпендикулярно сварным соединениям, имеющим сварной шов приблизительно в середине длины.

A2.2.3.2 Ширину необходимо измерить с каждого конца рабочей длины для определения параллельности, а также в центре. В центре следует измерить толщину, которая используется вместе с шириной для определения площади поперечного сечения. Измерение ширины в центре необходимо записать с точностью до 0.005 дюйма (0.127 мм), а измерение толщины с точностью до 0.001 дюйма (0.025 мм).

A2.2.4 Круглые испытуемые образцы:

A2.2.4.1 Если предусмотрено техническими характеристиками, можно использовать круглый испытуемый образец, показанный на Рис. 4.

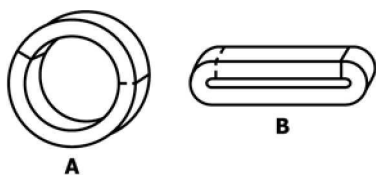
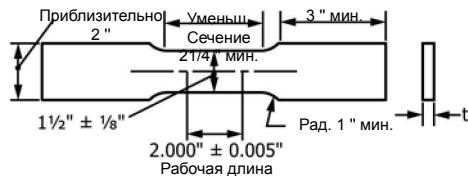


РИС. A2.4 Размещение образцов в виде колец, вырезанных из трубных изделий, для испытания на поперечное растяжение



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Размер t является толщиной испытуемого образца, как предусмотрено в соответствующих технических характеристиках материала.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Уменьшенное сечение должно быть параллельно в пределах 0.010 дюйма и может иметь постепенный скос, шириной от концов к центру, с концами не шире 0.010 дюйма центра.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Концы образца должны быть симметричны центральной линии уменьшенного сечения в пределах 0.10 дюйма.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.6 мм.

РИС. А2.5 Испыываемый на растяжение поперечный образец, вырезанный из кольца трубных изделий.

А2.2.4.2 Диаметр круглого испытуемого образца измеряется в центре образца с точностью до 0.001 дюйма (0.025 мм).

А2.2.4.3 Можно использовать малогабаритные образцы, пропорциональные стандартным, как показано на Рис. 4, при необходимости проведения испытания материала, из которого нельзя подготовить стандартный образец. Можно применять прочие размеры малогабаритных образцов. Для данных малогабаритных образцов важно, чтобы рабочая длина для измерения удлинения была в четыре раза больше диаметра образца (смотри Примечание 4, Рис. 4). Требования к удлинению для круглого образца, имеющего 2-дюймовую рабочую длину, указанные в технических характеристиках изделия, должны применяться к малогабаритным образцам.

А2.2.4.4 Для поперечных образцов секция, из которой взят образец, не должна быть расплюсченной или деформированной иным образом.

А2.2.4.5 Продольные испытуемые образцы получают из полос, вырезанных из трубных изделий, как показано на Рис. А2.2.

А2.3 Определение предела прочности при гйбке, гидравлический метод расширения кольца

А2.3.1 Испытания на прочность проводятся на внешней поверхности, внутренней поверхности или стенке сечения, в зависимости от ограничений технических характеристик изделия. Может потребоваться подготовка поверхности для получения точных величин прочности.

А2.3.2 Установка для испытания и метод по определению предела прочности при гйбке кольцевого образца были разработаны и описаны в А2.3.3 – 9.1.2.

А2.3.3 Схематическое вертикальное поперечное изображение установки для испытания показано на Рис. А2.6.



РИС. А2.6 Устройство для испытания по определению поперечного предела текучести кольцевых образцов

А2.3.4 При определении предела текучести поперечного образца при помощи данной машины используется испытуемый кольцевой образец, длина которого обычно равна 3 дюймам (76 мм). После устранения из машины большой круглой гайки определяется толщина стенок образца, и образец телескопически устанавливается на маслостойкую резиновую прокладку. Далее гайка возвращается на место, но заворачивается не слишком сильно. Между гайкой и образцом оставляется небольшой зазор в целях обеспечения возможности свободного кругового перемещения образца во время проведения испытания. Далее при помощи напорной линии и соответствующего клапана масло под давлением проникает внутрь резиновой прокладки. Точно откалиброванный манометр служит для измерения давления масла. Воздух, содержащийся в системе, выводится посредством продувочного трубопровода. При увеличении давления масла резиновая прокладка расширяется, которая, в свою очередь, оказывает давление на образец по кругу. При увеличении давления края резиновой прокладки предотвращают утечку масла. При последующем увеличении давления кольцевой образец подвергается воздействию растягивающего напряжения и соответственно удлиняется. Значение длины внешней окружности кольцевого образца рассматривается как рабочая длина, а деформация измеряется при помощи экстензометра, который будет рассмотрен далее. Когда экстензометр покажет значения полной деформации или расширения под нагрузкой, следует снять показания давления масла, выраженного в фунтах на квадратный дюйм, и при помощи формулы Барлоу рассчитать предел текучести на единицу. Предел текучести, рассчитанный таким образом, представляет собой корректный результат, так как испытуемый образец не подвергался холодной обработке уплотнением и находится примерно в таких же условиях, что и секция трубы, из которой был вырезан образец. Далее в рамках испытания моделируются условия обслуживания трубопроводов. На одной и той же машине для испытаний могут проводиться испытания труб разного размера при помощи соответствующих резиновых прокладок и переходников.

ПРИМЕЧАНИЕ А2.3 — формула Барлоу может выражаться двумя способами:

$$(1) P = 2St/D \quad (A2.2)$$

$$(2) S = PD/2t \quad (A2.3)$$

где:

P = внутреннее гидравлическое давление, psi,

S = единица кольцевого напряжения в стенке трубки, вызванного внутренним гидравлическим давлением, psi,

t = толщина стенки трубки, дюйм, и

D = наружный диаметр трубки, дюйм

А2.3.5 Экстензометр типа роликовой цепи, который является подходящим для проведения измерений удлинения кольцевого образца, показан на Рис. А2.7 и Рис. А2.8. На Рис. А2.7 показан экстензометр в позиции, но отсоединенный, на кольцевом образце. Небольшой стержень, через который пропускается напряжение, измеряемое циферблатным калибром, проходит через пустотелую резьбовую шпильку. При скреплении экстензометра, как показано на Рис. А2.8, пружина оказывает требуемое на роликовую цепь натяжение, необходимое для фиксации прибора и устранения ослабления. При необходимости натяжение на пружине регулируется болтом с накатанной головкой. Посредством удаления или добавления ролика данную роликовую цепь можно приспособить к разным размерам трубных секций.

А2.4 Испытания на твердость

А2.4.1 В соответствующих случаях испытания на твердость проводятся либо на внешних, либо на внутренних поверхностях конца трубки.

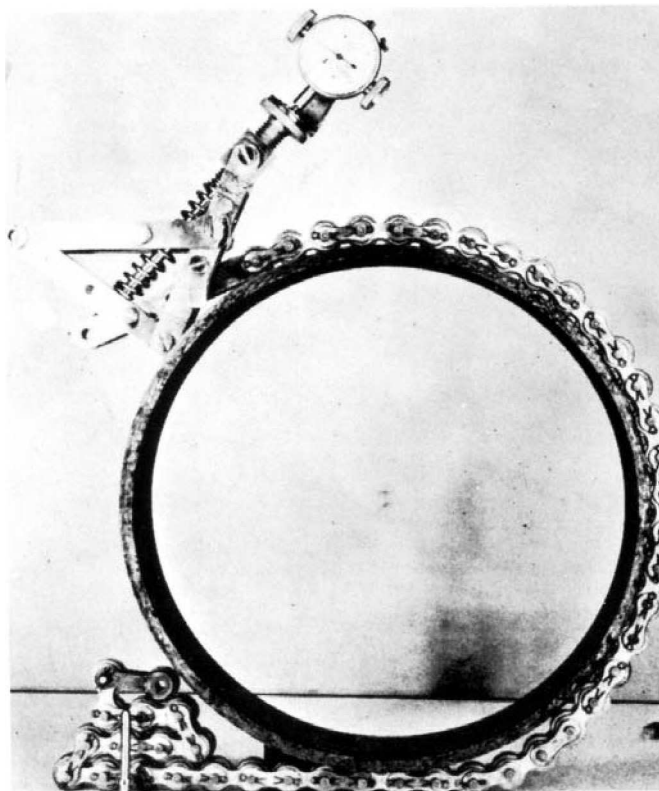


РИС. А2.7 Экстензометр типа роликовой цепи, отсоединенный

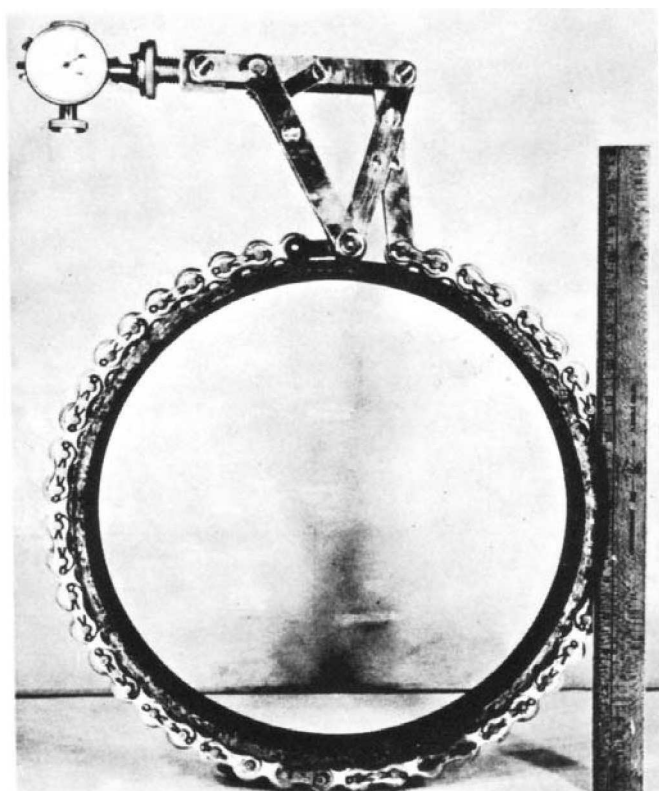


РИС. А2.8 Экстензометр типа роликовой цепи, скрепленный

A2.4.2 Стандартная нагрузка 3000 кгс по методу Бринелля может привести к значительной деформации тонкостенного трубного образца. В данном случае необходимо приложить нагрузку 500 кгс, или использовать внутреннее упрочнение посредством упора. Не следует проводить испытание по Бринеллю для трубных изделий, имеющих наружный диаметр менее 2 дюйма (51 мм), или толщину стенки менее 0.200 дюйма (5.1 мм).

A2.4.3 Испытания на твердость по Роквеллу проводятся на внутренней поверхности, на грани наружной поверхности или на стенке сечения, в зависимости от ограничений по изделию. Испытания на твердость по Роквеллу не проводятся для трубок, имеющих наружный диаметр менее $\frac{5}{16}$ дюйма (7.9 мм), а также на внутренней поверхности трубок, имеющих внутренний диаметр менее $\frac{1}{4}$ дюйма (6.4 мм). Испытания на твердость по Роквеллу не проводятся на отожженных трубках, имеющих толщину стенок менее 0.065 дюйма (1.65 мм), или на холоднодеформированных или термообработанных трубках, имеющих толщину стенок менее 0.049 дюйма (1.24 мм). Для трубок, толщина стенок которых менее толщины, допустимой при обычном испытании по Роквеллу, иногда проводится поверхностное испытание по Роквеллу. Можно определить показания твердости в поперечном сечении по шкале Роквелла на трубках, имеющих толщину стенки 0.187 дюйма (4.75 мм) или больше. Изогнутость и толщина стенки образца накладывают ограничения на испытание твердости по Роквеллу. После проведения сравнения между значениями на внешней поверхности и значениями на внутренней поверхности, определенными по шкале Роквелла, потребуется согласование показаний для компенсации влияния изогнутости. Шкала Роквелла В используется для всех материалов, имеющих ожидаемый диапазон значений твердости от В0 до В100. Используется шкала Роквелла С для материалов, имеющих ожидаемый диапазон значений твердости от С20 до С68.

A2.4.4 По возможности, испытания на поверхностную твердость по Роквеллу обычно проводятся на внешней поверхности, когда нет чрезмерного спружинивания. Иначе испытания проводятся на внутренней поверхности. Испытания на поверхностную твердость по Роквеллу не проводятся на трубках, имеющих внутренний диаметр менее $\frac{1}{4}$ дюйма (6.4 мм). Ограничения по толщине стенки для проведения испытания на поверхностную твердость по Роквеллу приведены в Таблице A2.1 и Таблице A2.2.

A2.4.5 Если наружный диаметр, внутренний диаметр или толщина стенки препятствуют получению точных значений твердости, характеристики при растяжении трубных изделий должны быть заданы и испытаны.

A2.5 Испытания на воздействие

A2.5.1 Проводятся следующие испытания для подтверждения пластичности определенных трубных изделий:

A2.5.1.1 *Испытание на расплющивание* — Испытание на расплющивание, обычно проводимое на образцах, вырезанных из трубных изделий, осуществляется путем расплющивания колец из трубки или трубы между параллельными плоскостями до заданной степени (Рис. A2.4). Интенсивность испытания на расплющивание измеряется расстоянием между параллельными плоскостями и варьируется в соответствии с размерами трубки

или трубы. Длина образца для испытания на расплющивание не должна быть меньше $2\frac{1}{2}$ дюйма (63.5 мм), образец необходимо расплющить в холодном состоянии в пределах, требуемых соответствующими техническими условиями материала.

A2.5.1.2 *Испытание на обратное расплющивание* — Проведение испытания на обратное расплющивание предусмотрено, в основном, для электросварной трубы для обнаружения неполного проплавления или наплава, возникающих в результате удаления облоя в сварном шве. Образец представляет собой трубу, имеющей длину приблизительно 4 дюйма (102 мм), которая разрезается в продольном направлении на 90° с каждой стороны сварного шва. Затем образец открывается и расплющивается со сварным швом в точке максимального сгиба (Рис. A2.9).

A2.5.1.3 *Испытание на раздавливание* — Испытание на раздавливание иногда рассматривается как испытание на осадку и обычно проводится над котлами и прочими напорными трубами для оценки пластичности (Рис. A2.10). Образец является кольцом, вырезанным из трубки, обычно около $2\frac{1}{2}$ дюйма (63.5 мм) длины. Образец размещают на конце и ударяют молотом в продольном направлении или надавливают до расстояния, заданного соответствующими техническими характеристиками материала.

A2.5.1.4 *Испытание на отбортовку* — Испытание на отбортовку направлено на определение пластичности котельных трубок и их способности противостоять гибке в трубной решетке. Данное испытание проводится на кольцевом образце, вырезанном из трубки, обычно имеющей длину не меньше 4 дюймов (100 мм) и состоящей из фланца, поворачиваемого под прямыми углами к корпусу трубки на ширину, заданную соответствующими техническими условиями материала. Развальцовочный инструмент и фасонная наковальня, показанные на Рис. A2.11, рекомендованы для использования при проведении данного испытания.

A2.5.1.5 *Испытание на раздачу* — Данное испытание в качестве альтернативы к испытанию на отбортовку проводится для определенных типов напорных трубок. Данное испытание заключается в перемещении конической оправки, имеющей скос 1 к 10, как показано на Рис. A2.12 (а), или внутренний угол 60° , как показано на Рис. A2.12 (b), в секцию, вырезанную из трубки, имеющей длину приблизительно 4 дюйма (100 мм), и затем в расширении образца, пока внутренний диаметр не достигнет размера, который задан соответствующими техническими условиями материала.

A2.5.1.6 *Испытание на изгиб* — Для трубы, используемой в качестве змеевика, размера 2 дюйма и меньше, испытание на изгиб проводится для определения пластичности и отсутствия дефектов в сварном шве. При проведении данного испытания достаточная длина полноразмерной трубы сгибается на 90° в холодном состоянии вокруг цилиндрической оправки, имеющей диаметр в 12 раз больше номинального диаметра трубы. Для плотно закрученного змеевика труба сгибается в холодном состоянии на 180° вокруг оправки, имеющей диаметр в 8 раз больше номинального диаметра трубы.

A2.5.1.7 *Испытание на поперечный управляемый изгиб сварных швов* — Данное испытание на изгиб используется для определения пластичности швов, полученных при сварке плавлением. Используемые образцы имеют ширину приблизительно $1\frac{1}{2}$ дюйма (38 мм), длину,

ТАБЛИЦА A2.1 Ограничения по толщине стенки при проведении испытания на поверхностную твердость отожженных или пластичных материалов для стальных трубных изделий^А
(шкала "Т" ($\frac{1}{16}$ -дюймовый шар))

Толщина стенки, дюйм (мм)	Нагрузка, кгс
Более 0.050 (1.27)	45
Более 0.035 (0.89)	30
0.020 и более (0.51)	15

^А Обычно используется рекомендуемый самый тяжелый груз для заданной толщины стенки.

ТАБЛИЦА A2.2 Ограничения по толщине стенки для проведения испытания на поверхностную твердость холоднодеформированного или термообработанного материала для стальных трубных изделий^A
(шкала "N" (алмазный наконечник))

Толщина стенки, дюйм (мм)	Нагрузка, кгс
Более 0.035 (0.89)	45
Более 0.025 (0.51)	30
0.015 и более (0.38)	15

^A Обычно используется рекомендуемый самый тяжелый груз для заданной толщины стенки.

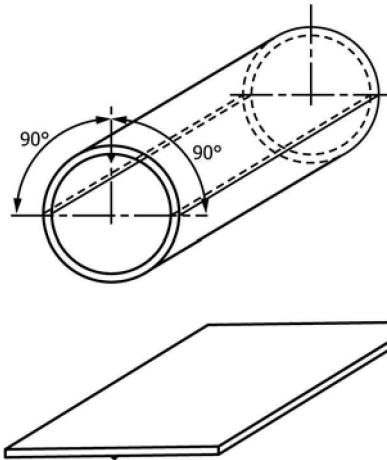


РИС. A2.9 Испытание на обратное расплющивание

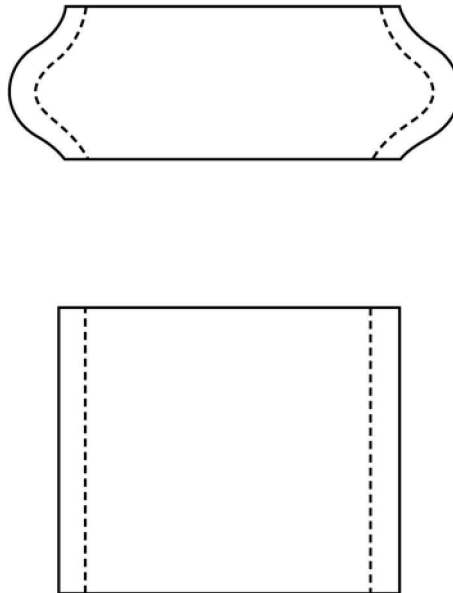
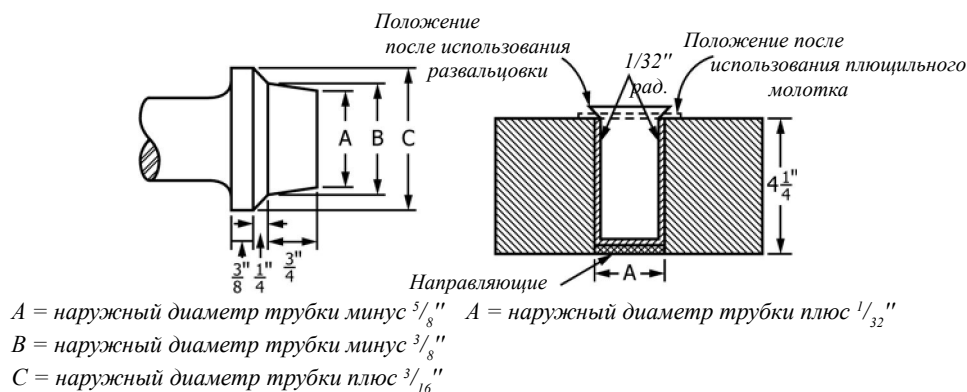


РИС. A2.10 Образец для испытания на раздавливание

по меньшей мере, 6 дюймов (152 мм), сварной шов в центре, и механически обработаны в соответствии с Рис. A2.13 для проведения испытаний на изгиб с растяжением внешней и обратной стороны шва и в соответствии с Таб. A2.14 для проведения испытания на боковой изгиб. Размеры плунжера должны быть такими, как показано на Рис. A2.15, и прочие размеры гибочного приспособления должны в основном иметь те же значения. Испытание на изгиб состоит из образца для растяжения внешней стороны шва, образца для растяжения корневой стороны шва и образца для растяжения двух боковых

сторон. При испытании на изгиб с растяжением внешней стороны шва происходит гибка внутренней поверхности трубы от плунжера; при испытании на изгиб с растяжением корневой стороны шва происходит гибка внешней поверхности трубы от плунжера; и при испытании на изгиб боковых сторон одна из боковых поверхностей становится выпуклой поверхностью испытуемого образца.

(а) Отрицательные результаты при испытании на изгиб зависят от вида трещин в области гибки, от характера и степени, описанных в технических условиях на продукт.



Развальцовочный инструмент

Штамп

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.4 мм

РИС. A2.11 Развальцовочный инструмент и штамп для испытания на отбортовку

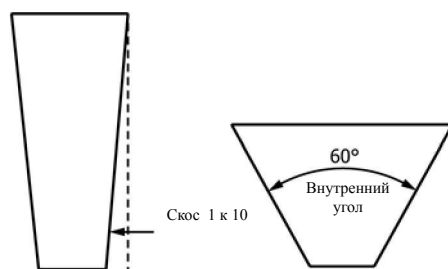
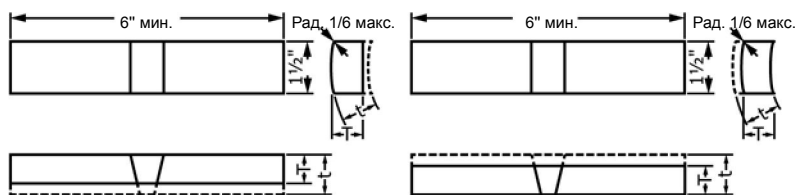


РИС. A2.12 Конические оправки для испытания на раздачу



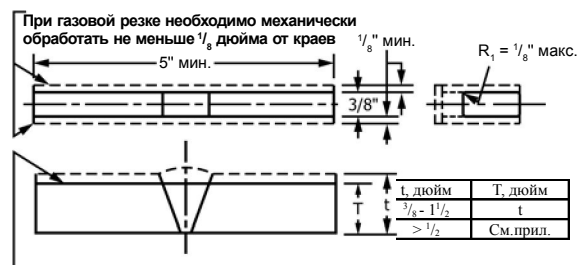
Образец для растяжения внешней стороны шва

Образец для растяжения корневой стороны шва

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.4 мм

Толщина стенки трубы (t), дюйм	Толщина испытываемого образца, дюйм
До $\frac{3}{8}$, включительно	t
Более $\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$

РИС. A2.13 Поперечные испытываемые образцы для растяжения внешней и корневой стороны шва

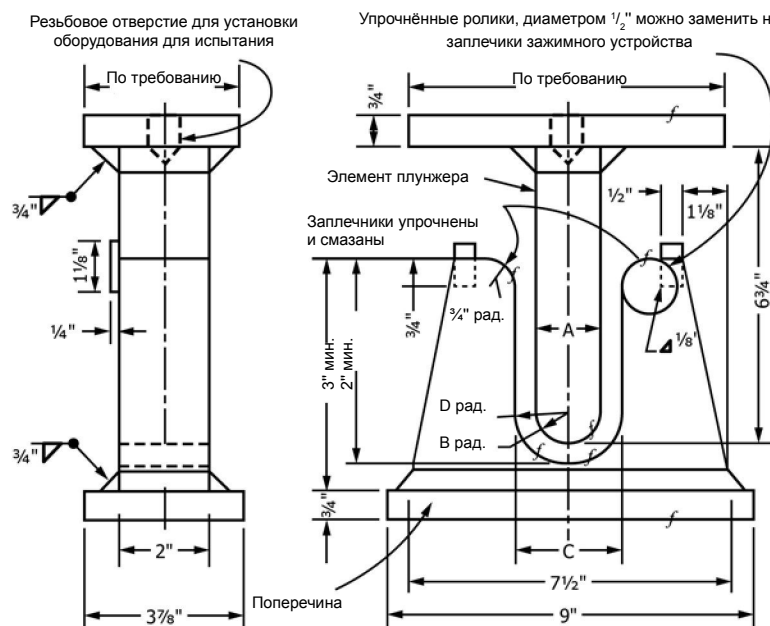


Если t превышает $1\frac{1}{2}$, используйте одно из нижеуказанного:

1. Отрежьте по линии, указанной стрелкой. Край можно отрезать газовым пламенем и механически обработать, или нет.
2. Образцы можно отрезать на приблизительно равные полосы, имеющие ширину $\frac{3}{4}$ и $1\frac{1}{2}$ дюйма для проведения испытания, или образцы можно загнуть по всей ширине (смотри требования по ширине приспособления на Рис. 32)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.4 мм

РИС. A2.14 Образец для испытания на боковой изгиб для черных металлов



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.4 мм

Толщина испытываемого образца, дюйм	A	B	C	D	Материал
$\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{3}{16}$	Материалы с заданным минимальным пределом прочности 95 ksi или больше.
t	$4t$	$2t$	$6t + \frac{1}{8}$	$3t + \frac{1}{16}$	
$\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{11}{16}$	Материалы с заданным минимальным пределом прочности 95 ksi или больше.
t	$6\frac{2}{3}t$	$3\frac{1}{3}t$	$8\frac{2}{3}t + \frac{1}{8}$	$4\frac{1}{2}t + \frac{1}{16}$	

РИС. A2.15 Приспособление для испытания на изгиб с оправкой

А3. СТАЛЬНЫЕ КРЕПЛЕНИЯ

А3.1 Область применения

А3.1.1 Данное приложение содержит требования по проведению испытаний для стальных креплений, определенные для этой продукции. Эти требования являются дополнительными к рассмотренным в основном разделе данных Технических условий. При возникновении разногласий между требованиями,

содержащимися в приложении, и в основном разделе, требования приложения будут иметь преимущественную силу. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и техническими условиями на продукцию, требования технических условий будут иметь преимущественную силу. А3.1.2 Данные испытания проводятся в целях содействия контрольным и приемочным испытаниям продукции с большей точностью в случае несовпадения результатов других испытаний.

А3.2 Испытания на растяжение

А3.2.1 При испытании на растяжение предпочтительно использовать полноразмерные болты, и обычно при данном испытании устанавливается минимальная предельная нагрузка в фунтах, а не минимальная предельная прочность в фунтах на квадратный дюйм. Трижды номинальный диаметр данного болта был установлен в качестве минимальной длины болта, подлежащего испытаниям, описанным в остальной части данного раздела. При проведении испытаний полноразмерных болтов применяются разделы А3.2.1.1-А3.2.1.3. Необходимо пользоваться разделом А3.2.1.4, если по техническим характеристикам отдельного изделия возможно использование механически обработанных образцов.

А3.2.1.1 *Пробная нагрузка* — Из-за особого использования определенных классов болтов желательно подвергнуть их напряжению во время эксплуатации до заданной величины, не достигая остаточной деформации. Пробная нагрузка задается для уверенности в достижении данного качества. Испытание на пробную нагрузку заключается в напряжении болта с заданной нагрузкой, которую болт должен выдерживать без остаточной деформации. Также допускается альтернативное испытание, при котором определяется предел текучести полноразмерного болта. Можно применять следующие Методы 1 или 2, но Метод 1 должен быть арбитражным методом в случае любых разногласий, касающихся допуска данных болтов.

А3.2.1.2 *Испытание длинных болтов на пробную нагрузку* — Если требуется провести полномасштабное испытание, применение Метода 1 по пробной нагрузке ограничено для болтов, длина которых не превышает 8 дюймов (203 мм) или в 8 раз больше номинального диаметра, независимо от того, что больше. Для болтов, длина которых больше 8 дюймов или в 8 раз больше номинального диаметра, независимо от того, что больше, необходимо применять Метод 2.

(а) *Метод 1, Измерение длины* — Общая длина прямого болта измеряется по точной центральной линии прибором, способным измерить изменения длины от 0.0001 дюйма (0.0025 мм) с точностью до 0.0001 дюйма в любом диапазоне 0.001 дюйма (0.025 мм). Предпочтительный метод измерения длины должен быть между коническими центрами, механически обработанными на центральной линии болта, и сопряженными центрами на измерительных упорах. Головку или стержень болта необходимо маркировать для установки в той же позиции для всех измерений. Болт необходимо вмонтировать в оборудование для испытания, как описано в пункте А3.2.1.4, и приложить пробную нагрузку, заданную в технических характеристиках изделия.

При сбросе данной нагрузки необходимо измерить длину данного болта, которая не должна показать остаточное удлинение. Предусмотрен допуск в ± 0.0005 дюйма (0.0127 мм) между измерениями, проведенными до и после нагрузки. Переменные величины, такие как прямолинейность и выравнивание резьбы (плюс погрешность при измерении), могут привести к очевидному удлинению соединителей при первоначальной пробной нагрузке. В данных случаях соединитель можно повторно испытать, используя на 3 процента больше нагрузки, испытание можно рассматривать удовлетворительным, если длина перед нагрузкой и после нагрузки остается той же (в пределах 0.0005 дюйма допуска при погрешности в измерении).

А3.2.1.3 *Пробная нагрузка - Продолжительность нагрузки* — Пробная нагрузка прикладывается на 10 с до сброса нагрузки, при применении Метода 1.

(1) *Метод 2, Предел текучести* — Болт необходимо вмонтировать в оборудование для испытания, как описано в пункте А3.2.1.4. Во время прикладывания нагрузки необходимо измерить общее удлинение болта или любой части данного болта, включающей шесть открытых витков, и записать для построения диаграммы нагрузка - деформация или напряжение - деформация. Нагрузку или напряжение при остаточной деформации, равной 0.2 процентам длины данного болта, составляющей 6 полных витков, необходимо определить методом, описанным в пункте 13.2.1 по данным методам, А 370. Данная нагрузка или напряжение не должны быть меньше заданного в технических характеристиках изделия.

А3.2.1.4 *Испытание полноразмерных болтов при осевом растяжении* — Болты испытываются в держателе, при нагрузке, прикладываемой по оси, между головкой и гайкой, или соответствующим зажимом (Рис. А3.2), которые должны достаточно зацеплять резьбу для полного упрочнения болта. Гайку или зажим необходимо соединить с болтом, оставляя шесть полных витков свободными между захватами, за исключением тяжелых строительных болтов с шестигранной головкой, у которых должно быть четыре полных свободных витка между зажимами. Для соответствия требованиям данного испытания при растяжении в стержне или резьбовой части должен быть разрыв, кроме разрыва в соединении стержня и головке. Если предел прочности болтов следует записать в величинах ψ_t , необходимо вычислить область напряжения из среднего значения средней

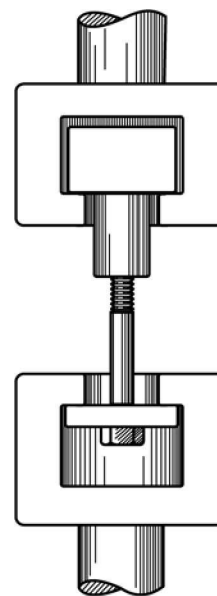


РИС. А3.1 Полноразмерный болт для испытаний на растяжение

впадины и средних диаметров класса 3 внешних витков по формуле:

$$A_s = 0.7854 [D - (0.9743/n)]^2 \quad (A3.1)$$

где:

A_s = область напряжения, дюйм²,

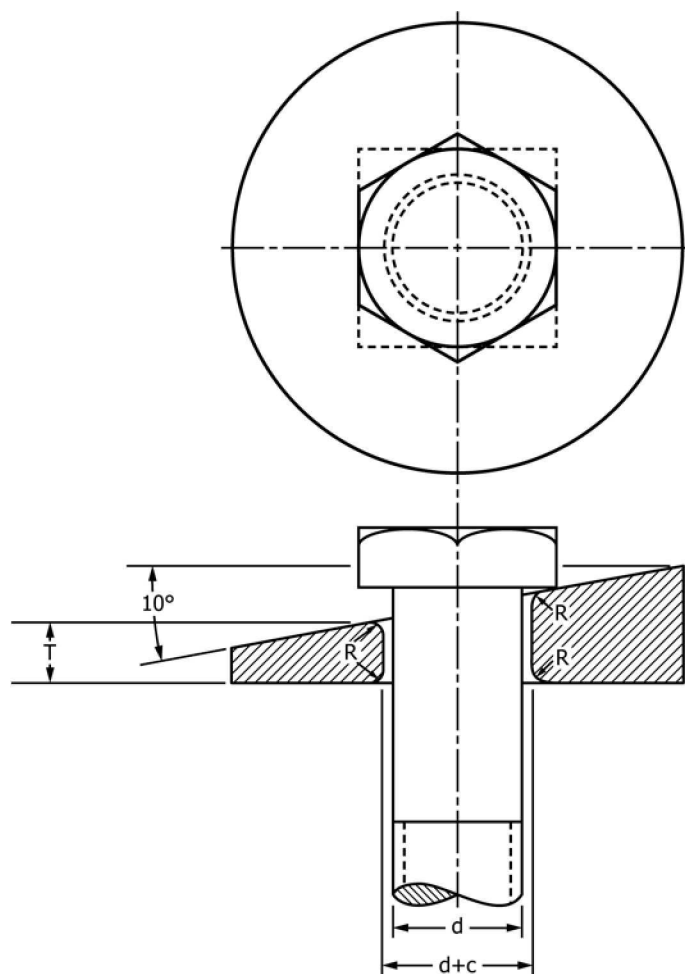
D = номинальный диаметр, дюйм, и

n = число витков на дюйм.

A3.2.1.5 Испытание на разрыв на косой шайбе полноразмерных болтов — Цель данного испытания заключается в получении предела прочности на растяжение и демонстрации «качества головки» и пластичности болта со стандартной головкой при внецентренном нагружении. Предельная нагрузка на болт должна определяться, как описано в пункте A3.2.1.4, за исключением того, что 10° клин должен располагаться под тем же болтом, который ранее испытывался на пробную нагрузку (смотри A3.2.1.1). Головка болта должна располагаться так, чтобы

ни на один из углов многоугольника или квадрата не приходилась несущая нагрузка, а плоскость головки была бы сонаправлена с клином одинаковой толщины (Рис. A3.2). Клин должен иметь внутренний угол между поверхностями, как указано в табл. A3.1, и иметь толщину, составляющую половину номинального диаметра болта на малой стороне отверстия. Отверстие в клине должно иметь следующий зазор более номинального размера болта, и его края, вершина и нижняя часть должны быть закруглены до следующего радиуса:

Номинальный размер болта	Зазор в отверстии, дюйм (мм)	Радиус на углах отверстия, дюйм (мм)
от 1/4 до 1/2	0.030 (0.76)	0.030 (0.76)
от 9/16 до 3/4	0.050 (1.3)	0.060 (1.5)
от 7/8 до 1	0.063 (1.5)	0.060 (1.5)
от 1 1/8 до 1 1/4	0.063 (1.5)	0.125 (3.2)
от 1 3/8 до 1 1/2	0.094 (2.4)	0.125 (3.2)



c = Зазор отверстия клина

d = Диаметр болта

R = Радиус

T = Толщина клина с небольшой стороны отверстия, равная половине диаметра болта

РИС. A3.2 Детали испытания клина

Таблица А3.1 Углы при испытании на разрыв на косой шайбе

Номинальный размер изделия, дюйм	Градусы	
	Болты	Шпильки и фланцевые болты
$\frac{1}{4}$ – 1	10	6
Более 1	6	4

А3.2.1.6 Испытание на разрыв на косой шайбе термически обработанных болтов с резьбой до головки — Для термически обработанных болтов, имеющих более 100 000 psi (690 МПа) минимального предела прочности на растяжение, с резьбой 1 диаметр, доходящей до головки, угол клина должен быть 6° для размеров от $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ дюйма (от 6.35 до 19.0 мм) и 4° для размеров больше $\frac{3}{4}$ дюйма.

А3.2.1.7 Испытание на растяжение болтов, механически обработанных до круглых испытуемых образцов:

(1) Для болтов, имеющих диаметр меньше $1\frac{1}{2}$ дюйма (38 мм), требующих машинную обработку, необходимо использовать стандартный $\frac{1}{2}$ -дюймовый, (13-мм) круглый испытуемый образец 2-дюймовой (50-мм) рабочей длины (Рис. 4); однако для болтов, имеющих малое сечение, нельзя использовать данный стандартный испытуемый образец, следует применять один из небольших образцов, эквивалентных стандарту (Рис. 4), и образец должен иметь выточку, насколько возможно. В данных случаях продольная ось образца должна быть соосна с осью болта; головка и резьба болта могут оставаться нетронутыми, как на Рис. А3.2 и Рис. А3.3, или обрабатываться для установки в держатели или захваты оборудования для испытания так, чтобы нагрузка прикладывалась по оси. Рабочая длина для измерения удлинения должна быть в четыре раза больше диаметра образца. (2) Для болтов с диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма и более, стандартный $\frac{1}{2}$ -дюймовый круглый испытуемый образец рабочей длиной 2 дюйма необходимо обточить из болта, ось которого проходит по середине между центром и внешней поверхностью стержня болта, как показано на Рис. А3.4.

(3) Необходимо провести испытание обработанных образцов на растяжение для определения свойств, заданных техническими свойствами изделия. Методы по проведению испытания и определение свойств должны соответствовать Разделу 14 данных методов испытаний.

А3.3 Испытания крепежных изделий, имеющих внешнюю резьбу, на твердость

А3.3.1 Если указано, крепежные изделия с наружной резьбой должны быть испытаны на прочность. Испытание крепежных изделий, имеющих шестигранную или квадратную головку, проводится по Бринеллю или Роквеллу. Для болтов с шестигранной или квадратной головкой испытание должно проводиться на гранях под ключ, верхней части головки, теле без нарезки, торце болта или в арбитражном местоположении. Для шпилек, изделий без параллельных граней под ключ и для конструкций головок, отличных от шестигранных и квадратных, испытания должны проводиться на теле без нарезки, торце болта

или шпильки или в арбитражном местоположении. Из-за возможной деформации от нагрузки при испытании по Бринеллю необходимо следить, чтобы данное испытание соответствовало требованиям Раздела 17 данных методов испытания. Если испытание на растяжение по Бринеллю практически неприменимо, следует заменить его на испытание по Роквеллу. Процедуры по проведению испытания по Роквеллу должны соответствовать Разделу 18 данных методов испытаний.

А3.3.2 В случае разногласий между покупателем и продавцом, соответствуют ли крепежные изделия с внешней резьбой или выходят за границы твердости, указанных в технических характеристиках изделия, при разрешении конфликтов берется твердость на двух поперечных сечениях репрезентативного образца крепежного изделия, выбранного в произвольном порядке. Показания твердости необходимо взять при размещении, показанных на Рис. А3.5. Все значения твердости должны соответствовать ограничениям по твердости, указанным в технических характеристиках изделия, чтобы крепежи, представленные образцом, рассматривались в соответствии. Данное представление для арбитража не должно использоваться для однозначного принятия решения о неприемлемости креплений.

А3.4 Испытание гаек

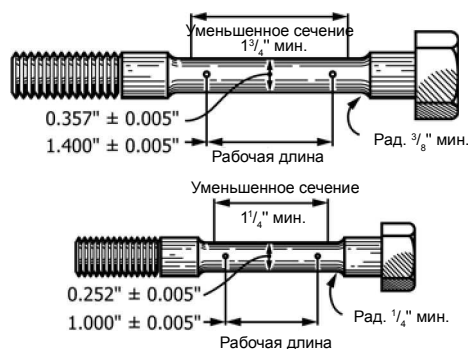
А3.4.1 Испытание на твердость — Твердость гаек по Роквеллу необходимо определять на верхней или нижней поверхности гайки. Твердость по Бринеллю необходимо определять на стороне гаек. По выбору производителя можно использовать любой метод, принимая во внимание размер и класс испытуемых гаек. Если результатом стандартного испытания на твердость по Бринеллю является деформация гаек, необходимо использовать меньшую нагрузку или проводить испытание на твердость по Роквеллу.

А3.4.2 Испытание на твердость поперечного сечения — Гайки, номинальное напряжение которых требует приложения нагрузки, превышающей 160 000 фунтов, в случае если иное не указано в заказе на покупку, в контракте или технических условиях на изделие, должны считаться слишком крупными для проведения испытания на пробную нагрузку в виде полноразмерных образцов, и должны быть подвергнуты испытанию на твердость поперечного сечения. Испытуемые гайки должны быть разрезаны в горизонтальном направлении приблизительно в точке, равной половине ($1/2$) высоты гайки. Подобные образцы не должны обрабатываться, однако должны быть частью изготовленной партии, которая включает в себя термическую обработку. Все испытания должны быть проведены с использованием шкал испытания на твердость по Роквеллу. Два комплекта из 3 показаний должны быть определены в точках, на расстоянии приблизительно 180° друг от друга (см. Рис. А3.6). Все показания должны быть указаны в отчете, когда требуется предоставление сертификата, и должны отвечать требованиям в отношении значений твердости, указанным в технических условиях на продукт. Показания должны быть взяты по всему разрезу гайки в следующих точках:



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.4 мм

РИС. А3.3 Образец болта со скошенным стержнем для испытания на растяжение



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Метрический эквивалент: 1 дюйм = 25.4 мм

РИС. А3.4 Примеры образцов уменьшенного размера, пропорционально стандартному образцу с рабочей длиной 2 дюйма

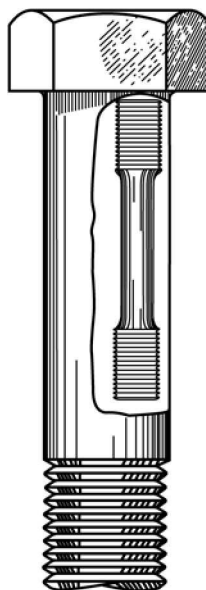


РИС. А3.5 Местоположение образца с рабочей длиной 2 дюйма для испытания на растяжение, обточенного из крупногабаритного болта

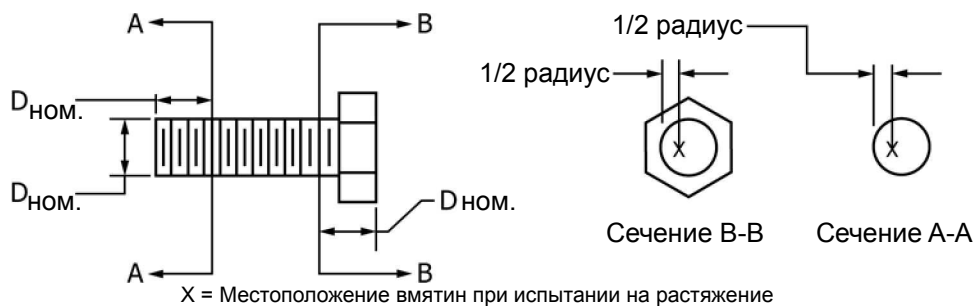


РИС. А3.6 Точки диагностики растяжения для болтов при разногласиях

Точка 1 — максимально близко, насколько это практически возможно, к наружному диаметру резьбы (если она нарезана) или боковой стенке отверстия (если еще заготовка), однако не ближе $2\frac{1}{2}$ диаметров индентора.

Точка 2 — в центре (в средней точке между наружным

диаметром резьбы (если она нарезана) или боковой стенкой отверстия (если еще заготовка), и углом гайки.

Точка 3 — максимально близко, насколько это практически возможно, к углу гайки, однако не ближе $2\frac{1}{2}$ диаметров индентора.

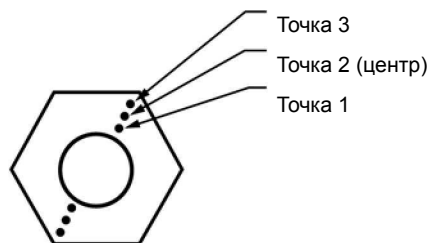


Рис. А3.7 Точки проведения испытания на твердость

А4. ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТАЛЬНОЙ КРУГЛОЙ ПРОВОЛОКИ

А4.1 Область применения

А4.1.1 Данное приложение содержит требования по проведению испытаний для изделий из стальной проволоки, определенные для этой продукции. Эти требования являются дополнительными к рассмотренным в основном разделе данных Технических условий. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и в основном разделе, требования приложения будут иметь преимущественную силу. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и техническими условиями на продукцию, требования технических условий будут иметь преимущественную силу.

А4.2 Оборудование

А4.2.1 *Захватывающие устройства* — Необходимо использовать захваты либо клиновидного типа, либо амортизирующего типа, как показано на Рис. А4.1 и Рис. А4.2 (Примечание А4.1). При использовании захвата любого типа необходимо соблюдать осторожность, чтобы ось испытуемого образца располагалась приблизительно на центральной линии (Примечание А4.2). При использовании захватов клиновидного типа, направляющие, используемые за захватами, должны иметь соответствующую толщину.

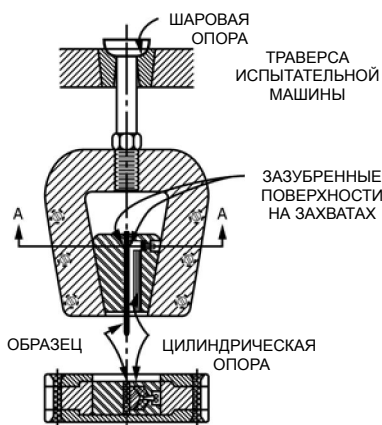


Рис. А4.1 Захватывающее устройство амортизирующего типа

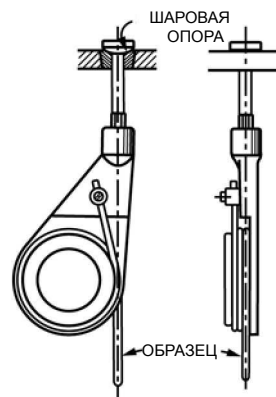


Рис. А4.2 Захватывающее устройство клиновидного типа

ПРИМЕЧАНИЕ А4.1 — Испытательная машина обычно оснащена захватами клиновидного типа. Данные захваты, независимые от типа оборудования для испытания, могут относиться к "обычному типу" захватов клиновидного типа. Использование тонкого (180 или 240) абразивного полотна в «обычных» захватах клиновидного типа с абразивом, соприкасающимся с проволоочным образцом, может быть целесообразным для уменьшения скольжения образца и разрушения у конца захватов при растягивающей нагрузке до 1000 фунтов. Для испытания образцов из проволоки, склонных к разрушению на концах «обычного типа» захватов клиновидного типа, захватывающее устройство амортизирующего типа является целесообразным.

Для испытания круглой проволоки использование цилиндрической опоры в захватывающем устройстве клиновидного типа является выборочным.

ПРИМЕЧАНИЕ А4.2 — Необходимо устранить любые неисправности в оборудовании для испытания, которые могут привести к неосевому приложению нагрузки.

А4.2.2 *Точечный микрометр* — Необходимо использовать микрометр с заостренным шпинделем и упором для снятия размеров проволоочного образца на разрушенных концах с точностью до 0.001 дюйма (0.025 мм) после разрушения образца в оборудовании для испытания.

А4.3 Испытуемые образцы

А4.3.1 Необходимо использовать испытуемые образцы, имеющие полную площадь поперечного сечения проволоки, которую они представляют. Стандартная рабочая длина образцов должна быть 10 дюймов (254 мм). Однако если не требуется определение значений удлинения, допустима любая рабочая длина. Общая длина образцов должна быть, по меньшей мере, равна рабочей длине (10 дюймов) плюс двойная длина проволоки, требуемой для полного использования применяемого захвата. Например, в зависимости от используемого типа оборудования для испытания и захватов, минимальная общая длина образца может варьироваться от 14 до 24 дюймов (от 360 до 610 мм) для рабочей длины образца в 10 дюймов.

А4.3.2 Любой образец, разрушившийся в захватах, необходимо исключить и провести испытание с новым образцом.

A4.4 Удлинение

A4.4.1 При определении остаточного удлинения конца образца с изломом следует аккуратно соединить, и при помощи измерительного циркуля, а также шкалы любого приемлемого устройства должно быть измерено расстояние между контрольными рисками с точностью до 0.01 дюйма (0.25 мм). Удлинением является увеличение рабочей длины. При записи значений удлинения необходимо задать как процент увеличения, так и первоначальную рабочую длину.

A4.4.2 При определении полного удлинения (упругое плюс пластическое растяжение) можно использовать автографический метод или экстензометр.

A4.4.3 При разрушении за пределами средней трети рабочей длины, полученное значение удлинения не может быть репрезентативным для материала.

A4.5 Уменьшение площади

A4.5.1 Концы разрушенного образца необходимо осторожно подогнать друг к другу и измерить размеры небольшого сечения с точностью до 0.001 дюйма (0.025 мм) с помощью точечного микрометра. Разница между полученной таким образом площадью и площадью первоначального поперечного сечения, выраженная в процентах первоначальной площади, является уменьшением площади.

A4.5.2 Уменьшение испытываемой площади не рекомендовано для проволоки, имеющей диаметр меньше 0.092 дюйма (2.34 мм) из-за трудностей, возникающих при измерении уменьшенных поперечных сечений.

A4.6 Испытание на твердость по Роквеллу

A4.6.1 Да начала испытания образец термообработанной проволоки с диаметром больше или равным 0.100 дюйма (2.54 мм) должен быть доведен до плоского состояния с двумя параллельными сторонами посредством шлифования. Данное испытание на твердость не рекомендовано для твердотянутой или

термически обработанной проволоки, имеющей диаметр меньше 0.100 дюйма (2.54 мм). Для круглой проволоки испытание на растяжение является предпочтительнее испытания на твердость.

A4.7 Испытание на накрутку

A4.7.1 Данное испытание проводится как способ проверки пластичности определенных видов проволоки.

A4.7.2 Испытание заключается в наматывании проволоки в плотную спираль вплотную к шпинделю заданного диаметра для заданного числа оборотов. (Если иное не предусмотрено, заданное число оборотов должно равняться пяти.) Накрутка может быть произведена вручную или силовой установкой. Скорость накрутки не должна превышать 15 оборотов в минуту. Диаметр шпинделя должен быть задан в соответствующих технических характеристиках изделий из проволоки.

A4.7.3 Испытание проволоки считается неудовлетворительным, если происходит разрушение проволоки или распространение продольных или поперечных трещин, которые видны невооруженным глазом после первого полного оборота. Проволоку, не прошедшую испытание при первом обороте, необходимо повторно испытать, поскольку данные трещины могут быть вызваны при сгибе проволоки до радиуса, который меньше заданного при начале проведения испытания.

A4.8 Испытание на наматывание

A4.8.1 Данное испытание проводится для определения присутствия дефектов в том объеме, который может привести к растрескиванию или расщеплению во время намотки и растягивании пружины. Виток заданной длины замкнуто намотан на оправке заданного диаметра. Затем замкнутую обмотку растягивают до заданного постоянного увеличения длины и исследуют на равномерность шага без трещин или разрушений. Заданный диаметр оправки, длина замкнутой обмотки и постоянное увеличение длины обмотки могут варьироваться в зависимости от диаметра проволоки, свойств и типа.

A5. ПРИМЕЧАНИЯ ПО ЗНАЧИМОСТИ ИСПЫТАНИЯ НА УДАР ПРУТКА С НАДРЕЗОМ

A5.1 Свойства надреза

A5.1.1 Во время проведения испытаний по Шарпи и Изоду определяются свойства надреза (хрупкость в сравнении с пластичностью) посредством приложения одиночной перегрузки напряжения. Определяемые величины энергии являются количественными сравнениями на выбранном образце, которые нельзя преобразовать в величины энергии, служащие для инженерных проектных расчетов. Свойства надреза, обозначенные при индивидуальном испытании, относятся только к размеру образца, формам надреза и рассматриваемым условиям испытания, и их нельзя обобщить для прочих размеров образцов и условий.

A5.1.2 Свойства надреза у металлов и сплавов с гранцентрированной кубической решеткой большой группы цветных металлов и аустенитных сталей могут оцениваться исходя из их общей способности к растяжению. Если при растяжении они являются хрупкими, при надрезе также будут хрупкими, за исключением необычно острых и глубоких надрезов (намного сильнее, чем стандартные образцы при испытании по Шарпи и Изоду). Даже низкие температуры не изменяют данное свойство данных материалов. В отличие от этого нельзя предсказать свойства ферритных сталей в условиях надреза, исходя из свойств, обнаруженных при испытании на растяжение. При исследовании данных материалов испытания по Шарпи и

Изоду являются очень эффективными. Некоторые металлы, у которых обнаруживается стандартная пластичность при испытании на растяжение, тем не менее, могут разрушиться в хрупком состоянии при испытании или использовании в условиях надреза. Условия надреза включают ограничения к деформации в направлениях, перпендикулярных наибольшему напряжению, или многоосным напряжениям и концентрации напряжения. Именно в этой области испытания по Шарпи и Изоду являются эффективными для определения склонности стали к охрупчиванию при надрезе, хотя их нельзя использовать непосредственно для оценки эксплуатации структуры.

A5.1.3 Оборудование для испытания должно быть неподвижным, или результатами испытания по высокопрочным низкоэнергетическим материалам будут являться излишние потери упругой энергии либо при движении бойка маятника вверх, либо к основанию оборудования — вниз. Если крепление упора, боек маятника или болты фундамента под оборудованием закреплены не прочно, при испытаниях пластичных материалов в диапазоне от 80 фут • фунт силы (108 Дж) фактически указываются значения, превышающие от 90 до 100 фут • фунт силы (от 122 до 136 Дж).

А5.2 Влияние надреза

А5.2.1 Результатом надреза является сочетание многоосевого напряжения, связанного с ограничениями к деформации в направлениях, перпендикулярных к наибольшему напряжению, и концентрации напряжения в основании надреза. Слишком глубокий надрез нежелателен, т.к. приводит к неожиданному и полному разрушению хрупкого типа. Некоторые металлы могут пластически деформироваться даже при низких температурах жидкого воздуха, другие могут растрескиваться. Разницу в поведении можно лучше определить при рассмотрении силы сцепления материала (или свойства, удерживающего материалы вместе) и его отношения к точке текучести. При хрупком разрушении сила сцепления увеличена до возникновения значительной пластической деформации и возникновения кристаллического разрушения. При пластическом разрыве или разрыве в результате среза, значительная деформация предшествует окончательному разрушению, и неровная поверхность становится волокнистой, вместо кристаллической. В промежуточных случаях разрушение возникает после среднего количества деформации, частично кристаллическое, частично волокнистое.

А5.2.2 При нагружении прутка с надрезом, у основания надреза возникает допустимое напряжение, вызывающее разрушение. Свойство, которое препятствует раскалыванию или удерживает вместе, является «силой сцепления». Разрушение образца происходит, если допустимое напряжение превышает силу сцепления. Если прутки не разрушаются при превышении допустимым напряжением силы сцепления, это является условием для хрупкого разрушения.

А5.2.3 Во время проведения испытания, а не при эксплуатации из-за побочных дефектов, часто пластическая деформация предшествует разрушению. Помимо допустимого напряжения, прикладываемая нагрузка также приводит к касательным напряжениям, которые прикладываются под углом около 45° к допустимому напряжению. Упругость прекращает свое действие, как только касательное напряжение превысит предел прочности материала при сдвиге, и возникнет деформация или пластическое течение. Это является условием для пластического разрушения.

А5.2.4 Данное поведение, охрупчивание или вязкость, зависит от того, превышает ли допустимое напряжение силу сцепления до того, как касательное напряжение превышает предел прочности при срезе. За этим следуют важные моменты поведения среза. Если надрез более острый или более глубокий, допустимое напряжение у основания надреза будет увеличиваться относительно касательного напряжения, и прутки будут более склонны к хрупкому разрушению (смотри Таблицу А5.1). Также при возрастании скорости деформации происходит увеличение предела прочности при сдвиге и возрастание хрупкого разрушения. С одной стороны, при возрастании температуры и при том же разрезе и скорости деформации происходит снижение предела прочности при сдвиге, преобразуется поведение пластичности, приводящее к разрушению при сдвиге.

А5.2.5 Вариации в размерах надреза окажут значительное влияние на результаты испытаний. При испытаниях стальных образцов Е4340⁷ было обнаружено влияние вариаций размеров на результаты испытания по Шарпи (смотри Таблицу А5.1).

А5.3 Влияние размера

А5.3.1 Увеличение либо ширины, либо глубины образца приводит к увеличению объема металла, подверженного разрушению, и при данном факторе происходит возрастание энергопоглощения при разрушении образца. Однако увеличение размера, особенно ширины, также приводит к увеличению степени ограничения, и при склонности к возникновению хрупкого разрушения может сократить количество энергопоглощения. Если образец стандартного размера склонен к хрупкому разрушению, что является действительностью, образцу с двойной шириной может потребоваться меньше энергии для разрушения, чем образцу, имеющему стандартную ширину.

А5.3.2 При исследовании данного воздействия, когда размер материала препятствует использованию стандартного образца, например, если материал является 1/4-дюймовой плитой, необходимо использовать уменьшенные образцы. Данные образцы (смотри Рис. 6 по методам испытания Е23) основываются на образце Типа А Рис. 4 по методам испытания Е 23.

А5.3.3 Общее соотношение между полученными значениями энергии с образцами разного размера или формы недопустимо, но возможна установка ограниченных соотношений для целей, заданных в технических характеристиках, на основе особых исследований определенных материалов и образцов. С другой стороны, при исследовании соответствующего влияния изменений параметров процесса, оценка посредством использования некоторых произвольно выбранных образцов с выбранным надрезом будет во многих случаях устанавливать методы в соответствующем порядке

А5.4 Влияние условий испытания

А5.4.1 На поведение надреза также оказывают влияние условия испытания. Так называемое влияние температуры на поведение стали в условиях надреза приводит к частым сравнениям при исследовании трещин образца и при построении графика величины энергии и вида излома против температуры, полученной при испытаниях надрезанных прутков при ряде температур. Если температура была достаточно снижена для того, чтобы началось хрупкое разрушение, возможно резкое падение силы удара или относительно постепенное снижение до более низких температур. Данное падение значения энергии возникает при кристаллизации образца во время разрушения. Температура перехода, при которой происходит данное охрупчивание, значительно варьируется в зависимости от размера части или испытуемого образца и формы разреза.

⁷ Фахей Н.Х., "Влияние вариаций на испытание на удар по Шарпи," Испытания материалов и Стандарты, том 1, №. 11, ноябрь, 1961, с. 872.

ТАБЛИЦА А5.1 Влияние варьирующих размеров надреза на стандартные образцы

	Высокоэнергетические образцы, фут-фунт силы (Дж)	Среднеэнергетические образцы, фут-фунт силы (Дж)	Низкоэнергетические образцы, фут-фунт силы (Дж)
Образец стандартного размера	76.0 ± 3.8 (103.0 ± 5.2)	44.5 ± 2.2 (60.3 ± 3.0)	12.5 ± 1.0 (16.9 ± 1.4)
Глубина надреза, 0.084 дюйма (2.13 мм) ^А	72.2 (97.9)	41.3 (56.0)	11.4 (15.5)
Глубина надреза, 0.0805 дюйма (2.04 мм) ^А	75.1 (101.8)	42.2 (57.2)	12.4 (16.8)
Глубина надреза, 0.0775 дюйма (1.77 мм) ^А	76.8 (104.1)	45.3 (61.4)	12.7 (17.2)
Глубина надреза, 0.074 дюйма (1.57 мм) ^А	79.6 (107.9)	46.0 (62.4)	12.8 (17.3)
Радиус у основания надреза 0.005 дюйма (0.127 мм) ^В	72.3 (98.0)	41.7 (56.5)	10.8 (14.6)
Радиус у основания надреза, 0.015 дюйма (0.381 мм) ^В	80.0 (108.5)	47.4 (64.3)	15.8 (21.4)

^А Стандарт 0.079 ± 0.002 дюйма (2.00 ± 0.05 мм).

^В Стандарт 0.010 ± 0.001 дюйма (0.25 ± 0.025 мм).

A5.4.2 Некоторые определения температуры перехода, используемые в настоящее время: (1) самая низкая температура, при которой происходит 100% волокнистого излома, (2) температура, при которой происходит 50% кристаллического и 50% волокнистого излома, (3) температура, соответствующая значению энергии 50% от разницы между значениями, полученными при 100% и 0% волокнистого излома, и (4) температура, соответствующая заданной величине энергии.

A5.4.3 Трудности, свойственные испытаниям по Шарпи, возникают при проведении испытания высокопрочных, низкоэнергетических образцов при низких температурах. Данные образцы могут не выходить из машины в направлении колебания маятника, а в боковом направлении. Для гарантии того, что разрушенные половины образца не отскакивают от каких-либо деталей оборудования и соприкасаются с маятником до момента прекращения его вращения, необходимо модифицировать более старые модели оборудования. Данные модификации варьируются в зависимости от конструкции оборудования. Однако основная трудность возникает при тех же условиях, при которых предотвращается отскок образца с изломом в какую-либо сторону от движущегося маятника. Если конструкция позволяет, разрушенные образцы необходимо отклонить от стенок машины, при другой конструкции может потребоваться содержать разрушенные образцы в пределах определенной области, пока маятник не пройдет через упоры. Некоторые низкоэнергетические высокопрочные стальные образцы покидают установку для ударных испытаний при скорости выше 50 футов (15.3 м)/с, хотя образцы находятся под ударом маятника, движущегося со скоростью приблизительно 17 футов (5.2 м)/с. Если сила, оказываемая разрушаемыми образцами на маятник, достаточна, движение маятника замедлится, и высокие значения энергии будут ошибочно зарегистрированы. Данная трудность дает объяснение многим несоответствиям результатов испытания

по Шарпи, зарегистрированных разными исследователями, в пределах диапазона от 10 до 25-фут-фунт силы (от 14 до 34 Дж). В разделе по оборудованию (параграфе, рассматривающим чистку образца) методов испытания Е 23 охвачены два основных проектирования оборудования и модификация, эффективная для минимизации заедания.

A5.5 Скорость деформирования

A5.5.1 Скорость деформирования является переменной, которая оказывает влияние на поведение надреза на стали. При испытании на удар показываются более высокие величины поглощения энергии, в отличие от статических испытаний выше температуры перехода, и в некоторых случаях обратное является корректным ниже температуры перехода.

A5.6 Соотношение с эксплуатацией

A5.6.1 Несмотря на то, что по испытаниям по Шарпи и Изоду нельзя точно предсказать поведение пластичности и хрупкости стали, широко используемой в больших объемах или в качестве деталей огромных конструкций, данные испытания проводятся как приемочные для определения разных партий той же стали или выбора между разными сталями, когда было установлено соотношение с надлежащей эксплуатацией. Может потребоваться проведение испытаний при тщательно выбранных температурах, отличных от комнатной температуры. В данном случае рабочая температура или температура перехода полноразмерных образцов не даст необходимые температуры перехода для испытаний по Шарпи и Изоду, поскольку размер и форма надреза могут отличаться. Химический анализ, испытания на растяжение и твердость могут не показать влияние некоторых важных технологических факторов, которые воздействуют на склонность к хрупкому разрушению, а также не охватывают влияние низких температур на возникновение охрупчивания.

A6. ПРОЦЕДУРА ПО ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УДЛИНЕНИЯ СТАНДАРТНОГО КРУГЛОГО ОБРАЗЦА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ В ЭКВИВАЛЕНТНОЕ УДЛИНЕНИЕ СТАНДАРТНОГО ПЛОСКОГО ОБРАЗЦА

A6.1 Область применения

A6.1.1 В данном методе рассматривается процедура по преобразованию относительного удлинения испытуемого образца, имеющего стандартный диаметр сечения 0.500 дюйма (12.7 мм) и рабочую длину 2 дюйма (51 мм), после разрушения в стандартные образцы с плоским сечением 1/2 дюйма на 2 дюйма и 1 1/2 дюйма на 8 дюймов (38.1 на 203 мм).

A6.2 Исходное уравнение

A6.2.1 Данные преобразования в данном методе основаны на уравнении Бертелла,⁸ и используются Оливером⁹ и прочими.

Соотношение между относительными удлинениями в стандартном испытуемом образце, имеющим диаметр сечения 0.500 дюйма на 2.0 дюйма, и прочих стандартных образцах, вычисляется следующим образом:

$$e = e_o [4.47 (\sqrt{A})/L]^a \quad (A6.1)$$

где:

e_o = процентное относительное удлинение после разрушения стандартного испытуемого образца, имеющего рабочую длину 2 дюйма и диаметр 0.500 дюйма,

⁸ Бертелла, К.А., *Giornale del Genio Civile*, том 60, 1922, с. 343.

⁹ Оливер, Д.А., *Материалы института инженеров-механиков*, 1928, с. 827.

e = процентное относительное удлинение после разрушения стандартного испытуемого образца, имеющего рабочую длину L и площадь поперечного сечения A , и
 a = постоянная характеристика испытуемого материала.

А6.3 Применение

А6.3.1 При использовании вышеприведенного уравнения постоянная a является характеристикой испытуемого материала. Значение $a = 0.4$ было достигнуто для достижения удовлетворительного преобразования для углеродистых, марганцево-углеродистых, молибденовых и хромомолибденовых сталей в пределах диапазона предела прочности от 40 000 до 85 000 psi (фунт на дюйм²) (от 275 до 585 МПа) и в горячекатаном, горячекатаном и нормализованном, или отожженном состоянии, с отпуском или без. Обратите внимание, что холоднокатаное, закаленное и отпущенное состояния исключены. Для отожженных аустенитных нержавеющей сталей значение $a = 0.127$ было достигнуто для успешных преобразований.

А6.3.2 Величины в Таблице А6.1 были рассчитаны при значении $a = 0.4$, используя испытуемый образец, имеющий стандартный диаметр сечения 0.500 дюйма (12.7 мм) и рабочую длину 2 дюйма (51 мм), взятый за стандартный образец. В случае уменьшенных образцов, имеющих диаметр сечения 0.350 дюйма (8.89 мм) и рабочую длину 1.4 дюйма (35.6 мм), и диаметр сечения 0.250 дюйма (6.35 мм) и рабочую длину 1.0 дюйма (25.4 мм) параметр в уравнении равен 4.51 вместо 4.47. Небольшой ошибкой, допущенной при использовании Таблицы А6.1 относительно уменьшенных образцов, можно пренебречь. Величины в Таблице А6.2 для отожженных аустенитных сталей были рассчитаны при значении $a = 0.127$, используя испытуемый образец, имеющий стандартный диаметр сечения 0.500 дюйма и рабочую длину 2 дюйма, взятый за эталонный образец.

А6.3.3 Удлинение, установленное для стандартного образца диаметром 0.500 дюйма и рабочей длиной 2 дюйма может быть преобразовано в удлинение для стандартного плоского образца, имеющего размеры 1/2 дюйма на 2 дюйма или 1 1/2 дюйма на 8 дюймов (38.1 на 203-мм), умножением указанного коэффициента в Таблице А6.1 и Таблице А6.2.

А6.3.4 Данные преобразования удлинения не применяются, если отношение ширины к толщине испытуемой части превышает 20, как в листовых образцах, менее 0.025 дюйма (0.635 мм) толщиной.

А6.3.5 В то время как преобразования считаются надежными в пределах установленных ограничений и могут в общем использоваться при разработке технических условий, где желательно показать эквивалентные требования к удлинению для нескольких стандартных образцов на растяжение ASTM, охваченных Методами испытаний А370, внимание должно быть уделено металлургическим воздействиям, зависящим от толщины материала в состоянии обработки.

ТАБЛИЦА А6.1 Углеродистые и легированные стали —
Постоянная материала $a = 0.4$. Коэффициенты умножения для
преобразования процентного относительного удлинения
стандартного образца, испытываемого на растяжение,
имеющего диаметр 1/2 дюйма и рабочую длину 2 дюйма в
стандартные плоские образцы, имеющих размеры 1/2 на 2
дюйма и 1 1/2 на 8 дюймов

Толщина, дюйм	Образец 1/2 на 2 дюйма	Образец 1 1/2 на 8 дюймов	Толщина, дюйм	Образец 1 1/2 на 8 дюймов
0.025	0.574	...	0.800	0.822
0.030	0.596	...	0.850	0.832
0.035	0.614	...	0.900	0.841
0.040	0.631	...	0.950	0.850
0.045	0.646	...	1.000	0.859
0.050	0.660	...	1.125	0.880
0.055	0.672	...	1.250	0.898
0.060	0.684	...	1.375	0.916
0.065	0.695	...	1.500	0.932
0.070	0.706	...	1.625	0.947
0.075	0.715	...	1.750	0.961
0.080	0.725	...	1.875	0.974
0.085	0.733	...	2.000	0.987
0.090	0.742	0.531	2.125	0.999
0.100	0.758	0.542	2.250	1.010
0.110	0.772	0.553	2.375	1.021
0.120	0.786	0.562	2.500	1.032
0.130	0.799	0.571	2.625	1.042
0.140	0.810	0.580	2.750	1.052
0.150	0.821	0.588	2.875	1.061
0.160	0.832	0.596	3.000	1.070
0.170	0.843	0.603	3.125	1.079
0.180	0.852	0.610	3.250	1.088
0.190	0.862	0.616	3.375	1.096
0.200	0.870	0.623	3.500	1.104
0.225	0.891	0.638	3.625	1.112
0.250	0.910	0.651	3.750	1.119
0.275	0.928	0.664	3.875	1.127
0.300	0.944	0.675	4.000	1.134
0.325	0.959	0.686	...	...
0.350	0.973	0.696	...	...
0.375	0.987	0.706	...	...
0.400	1.000	0.715	...	...
0.425	1.012	0.724	...	...
0.450	1.024	0.732	...	...
0.475	1.035	0.740	...	...
0.500	1.045	0.748	...	...
0.525	1.056	0.755	...	...
0.550	1.066	0.762	...	...
0.575	1.075	0.770	...	...
0.600	1.084	0.776	...	...
0.625	1.093	0.782	...	...
0.650	1.101	0.788	...	...
0.675	1.110	...	...	...
0.700	1.118	0.800	...	...
0.725	1.126	...	...	...
0.750	1.134	0.811	...	...

ТАБЛИЦА А6.2 Отожженные аустенитные нержавеющие стали —
Постоянная материала $a = 0.127$. Коэффициенты умножения для
преобразования процентного относительного удлинения стандартного
образца для испытания на растяжение, имеющего диаметр 1/2 и рабочую
длину 2 дюйма в стандартные плоские образцы, имеющие размеры 1/2 на
2 дюйма и 1 1/2 на 8 дюймов

Толщина, дюйм	Образец 1/2 на 2 дюйма	Образец 1 1/2 на 8 дюймов	Толщина, дюйм	Образец 1 1/2 на 8 дюймов
0.025	0.839	...	0.800	0.940
0.030	0.848	...	0.850	0.943
0.035	0.857	...	0.900	0.947
0.040	0.864	...	0.950	0.950
0.045	0.870	...	1.000	0.953
0.050	0.876	...	1.125	0.960
0.055	0.882	...	1.250	0.966
0.060	0.886	...	1.375	0.972
0.065	0.891	...	1.500	0.978
0.070	0.895	...	1.625	0.983
0.075	0.899	...	1.750	0.987
0.080	0.903	...	1.875	0.992
0.085	0.906	...	2.000	0.996
0.090	0.909	0.818	2.125	1.000
0.095	0.913	0.821	2.250	1.003
0.100	0.916	0.823	2.375	1.007
0.110	0.921	0.828	2.500	1.010
0.120	0.926	0.833	2.625	1.013
0.130	0.931	0.837	2.750	1.016
0.140	0.935	0.841	2.875	1.019
0.150	0.940	0.845	3.000	1.022
0.160	0.943	0.848	3.125	1.024
0.170	0.947	0.852	3.250	1.027
0.180	0.950	0.855	3.375	1.029
0.190	0.954	0.858	3.500	1.032
0.200	0.957	0.860	3.625	1.034
0.225	0.964	0.867	3.750	1.036
0.250	0.970	0.873	3.875	1.038
0.275	0.976	0.878	4.000	1.041
0.300	0.982	0.883	...	...
0.325	0.987	0.887	...	...
0.350	0.991	0.892	...	...
0.375	0.996	0.895	...	...
0.400	1.000	0.899	...	...
0.425	1.004	0.903	...	...
0.450	1.007	0.906	...	...
0.475	1.011	0.909	...	...
0.500	1.014	0.912	...	...
0.525	1.017	0.915	...	...
0.550	1.020	0.917	...	...
0.575	1.023	0.920	...	...
0.600	1.026	0.922	...	...
0.625	1.029	0.925	...	...
0.650	1.031	0.927	...	...
0.675	1.034	...	...	...
0.700	1.036	0.932	...	...
0.725	1.038	...	...	...
0.750	1.041	0.936	...	...

А7. МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ МНОГОЖИЛЬНОЙ СКРУТКИ ДЛЯ ПРЕДНАПРЯЖЕННОГО БЕТОНА

А7.1 Область применения

А7.1.1 В данном методе описаны процедуры по проведению испытания на растяжение многожильной скрутки для преднапряженного бетона. Данный метод предназначен для проведения оценки свойств провода, предусмотренных техническими характеристиками для «преднапряженных стальных скруток».

А7.2 Общие меры предосторожности

А7.2.1 Возможно преждевременное разрушение испытуемых образцов, если образец значительно надрезан, отрезан или изогнут захватывающими устройствами оборудования для испытания.

А7.2.2 Возможны погрешности при проведении испытания, если нагрузка на семь жил, входящих в скрутку, неравномерная.

А7.2.3 Избыточное тепло во время подготовки образца может оказать существенное влияние на механические свойства скрутки.

А7.2.4 Придерживаясь предложенных методов по захвату, описанных в пункте А7.4, возможно минимизировать данные затруднения.

А7.3 Захватывающие устройства

А7.3.1 Точные механические свойства скрутки определяются испытанием, при котором образец разрушается в свободном пространстве между зажимами оборудования для испытания.

Поэтому необходимо создать методику испытания с подходящим оборудованием, которое даст такие результаты. Из-за физических характеристик, присущих отдельным машинам, не является целесообразным рекомендовать универсальную процедуру по захвату, подходящую для всех испытательных устройств. Поэтому следует определить, какой из описанных в пунктах с А7.3.2 по А7.3.8 метод захвата является самым эффективным для доступного испытательного устройства.

А7.3.2 *Стандартные V-образные захваты с зубьями (Примечание А7.1).*

А7.3.3 *Стандартные V-образные захваты с зубьями (Примечание А7.1), используя амортизационный материал* — По данному методу между захватами и образцом кладут материал для минимизации влияния надреза зубьями. Используемыми материалами являются свинцовая фольга, алюминиевая фольга, карборундовое полотно, резиновые прокладки, и т.д. Тип и толщина требуемого материала зависят от формы, состояния и прочности зубьев.

А7.3.4 *Стандартные V-образные захваты с зубьями (Примечание А7.1), используя особую подготовку захваченных частей образца* — Одним из используемых методов является покрытие оловом, при котором захваченные части образца очищаются, флюсуются и покрываются при многочисленных погружениях в жидкий оловянный сплав, температура которого поддерживается выше температуры кипения. Другим методом по подготовке является облицовка захваченных частей металлической трубой или гибким шлангом, используя эпоксидную смолу в качестве связующего вещества. Облицованная часть должна быть приблизительно в два раза больше длины скрутки.

А7.3.5 *Специальные захваты с гладкими, полужилиндрическими канавками (Примечание А7.2)* — Канавки и захваченные части образца покрываются абразивной суспензией, которая удерживает образец в гладких канавках, предотвращая скольжение. В состав суспензии входит абразив, такой как оксид алюминия Класа 3-F и дисперсионная среда, такая как вода или глицерин.

А7.3.6 *Стандартные гнезда, используемые для стальных*

тросов — Захваченные части крепятся в гнезда с цинком. Необходимо следовать специальным методикам по креплению в гнездах, обычно используемому в промышленности по стальным тросам.

А7.3.7 *Глухая заделка концов каната в петлю* — Данные устройства доступны по размерам, спроектированные для соответствия каждого размера испытуемой скрутки.

А7.3.8 *Зажимные приспособления* — Использование зажимных приспособлений, обычно используемых для приложения напряжения к проводам в формах для разлики металла, не рекомендуется для проведения испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ А7.1 — Число зубьев должно быть приблизительно от 15 до 30 на дюйм, и минимальная эффективная длина захвата должна быть приблизительно 4 дюйма (102 мм).

ПРИМЕЧАНИЕ А7.2 — Радиус изогнутости канавок приблизительно тот же, что и радиус испытуемой скрутки, и расположен на $\frac{1}{32}$ дюйма (0.79 мм) над плоской поверхностью зажима. Это предотвращает оба зажима от плотного сцепления при установке образца.

А7.4 Подготовка образца

А7.4.1 Если температуры расплавленного металла, применяемые во время горячего лужения или размещения металлического материала в гнезда слишком высокие, более 700°F (370°C), образец может подвергаться нагреву с последующей потерей прочности и пластичности. При применении данных методов по подготовке образца необходимо осуществлять тщательный температурный контроль.

А7.5 Методика

А7.5.1 *Предел текучести* — Для определения предела текучести необходимо использовать экстензометр Класа В-1 (Примечание А7.3), как описано в Руководстве Е 83. К образцу следует приложить первоначальную нагрузку 10% от заданного предела прочности на разрыв, затем необходимо прикрепить экстензометр и настроить на показателе 0.001 дюйма/дюйм рабочей длины. Далее необходимо увеличивать нагрузку, пока экстензометр не будет показывать удлинение 1%. Зафиксируйте данную нагрузку для данного удлинения как предел текучести. После определения предела текучести экстензометр можно извлечь из образца.

А7.5.2 *Удлинение* — Для определения удлинения необходимо применять экстензометр Класа D (Примечание А7.3), как описано в Руководстве Е 83, имеющего рабочую длину не меньше 24 дюймов (610 мм) (Примечание А7.4). К образцу следует приложить первоначальную нагрузку 10% от заданного минимального предела прочности на разрыв, затем необходимо прикрепить экстензометр (Примечание А7.3) и настроить на нулевом показании. Экстензометр можно извлечь из образца перед разрывом, после превышения заданного минимального удлинения. Не обязательно определять конечное значение удлинения.

А7.5.3 *Предел прочности на разрыв* — Определите максимальную нагрузку, при которой одна или более жил данной скрутки разрушается. Зафиксируйте данную нагрузку как предел прочности данной скрутки на разрыв.

ПРИМЕЧАНИЕ А7.3 — Экстензометр для определения предела прочности на разрыв и экстензометр для определения удлинения могут быть одним и тем же прибором или двумя отдельными. Рекомендовано применение двух отдельных приборов, поскольку наиболее чувствительный экстензометр для определения предела прочности на разрыв, который может выйти из строя при разрушении скрутки, можно извлечь, следуя определению предела прочности на разрыв. Экстензометр для определения удлинения может конструироваться с менее чувствительными деталями или таким образом, что при возникновении разрушения экстензометр, прикрепленный на образце, может незначительно повредиться.

ПРИМЕЧАНИЕ А7.4 — Образцы, разрушающиеся за пределами экстензометра или в зажимах и отвечающие минимальным заданным значениям, рассматриваются как соответствующие требованиям по механическим свойствам технических характеристик изделия, независимо от используемой методики захвата. Образцы, разрушающиеся за

пределами экстензометра или в зажимах и не отвечающие минимальным заданным значениям, подлежат повторному испытанию. Образцы, разрушающиеся между зажимами и экстензометром и не отвечающие минимальным заданным значениям, подлежат повторному испытанию, предусмотренному в соответствующих технических характеристиках.

А8. ОКРУГЛЕНИЕ ДАННЫХ ИСПЫТАНИЯ

А8.1 Округление

А8.1.1 Измеренное или вычисленное значение необходимо округлить в соответствии с заданными техническими характеристиками изделия. При отсутствии заданной методики следует использовать метод округления, описанный в Руководстве Е29. А8.1.1.1 Значения следует округлить в большую или меньшую сторону, как определено правилами Руководства Е 29.

А8.1.1.2 В особом случае округления цифры "5", если за ней не следует никаких дополнительных цифр, отличных от "0", необходимо округлять в направлении допустимого предела, если при использовании Руководства Е 29 происходит отбраковка материала.

А8.1.2 Рекомендуемые уровни округления зафиксированных значений данных испытания приведены в Таблице А8.1. Данные значения проектируются для обеспечения однородности в отчете и хранении данных, и их необходимо использовать во всех случаях, за исключением противоречия заданным требованиям по техническим характеристикам изделия.

ПРИМЕЧАНИЕ А8.1 — Во время промежуточных расчетов (например, расчетов напряжения от нагрузки и измеряемой площади) в целях уменьшения накопленных погрешностей там, где это возможно, значения следует привести с точностью до одного знака после запятой окончательно округленной величины, при округлении как окончательно действую. Точность может быть меньшей, чем предполагается при использовании значащих цифр.

ТАБЛИЦА А8.1 Рекомендуемые значения для округления данных испытания

Количество испытаний	Диапазон данных по испытанию	Округленное значение ^А
Точка текучести, Предел текучести, Предел прочности на разрыв	до 50 000 psi, не включая (до 50 ksi) от 50 000 до 100 000 psi, не включая (от 50 до 100 ksi) 100 000 psi и более (от 100 ksi и больше)	100 psi (0.1 ksi) 500 psi (0.5 ksi) 1000 psi (1.0 ksi)
	до 500 МПа, не включая от 500 до 1000 МПа, не включая 1000 МПа и более	1 МПа 5 МПа 10 МПа
Удлинение	От 0 до 10%, не включая 10% и более	0.5% 1%
Уменьшение площади	От 0 до 10 %, не включая 10% и более	0.5% 1%
Энергия удара	От 0 до 240 фут- фунт силы (или от 0 до 325Дж)	1 фут- фунт силы (или 1 Дж) ^В
Твердость по Бринеллю	Все значения	Табличное значение ^С
Твердость по Роквеллу	Все масштабы	1 твердость по Роквеллу

^А Округлите данные испытания до ближайшего целого кратного от значений в данной колонке, если значение данных точно посередине между двумя округленными значениями, округлите в соответствии с пунктом А8.1.1.2.

^В Данные единицы не эквивалентны, но, округление осуществляется в той же области числовых значений для каждого. (1 фут-фунт силы = 1.356 Дж.)

^С Округлите средний диаметр отпечатка по Бринеллю с точностью до 0.05 мм и зафиксируйте соответствующее значение твердости по Бринеллю, взятые из таблицы без дальнейшего округления.

A9. МЕТОДЫ ПО ИСПЫТАНИЮ ПРУТКОВ ИЗ АРМИРОВАННОЙ СТАЛИ

A9.1 Область применения

A9.1.1 Данное приложение содержит требования по проведению испытаний для прутков из армированной стали, определенные для этой продукции. Эти требования являются дополнительными к рассмотренным в основном разделе данных Технических условий. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и в основном разделе, требования приложения будут иметь преимущественную силу. При возникновении разногласий между требованиями, содержащимися в приложении, и техническими условиями на продукцию, требования технических условий будут иметь преимущественную силу.

A9.2 Испытуемые образцы

A9.2.1 Все испытуемые образцы должны представлять полное сечение прутка после прокатки.

A9.3 Испытание на растяжение

A9.3.1 *Испытуемый образец* — Образцы для испытания на растяжение должны быть достаточно длинными для обеспечения 8-дюймовой (200-мм) рабочей длины, расстояния, по меньшей мере два диаметра прутка между каждым делением на шкале и захватами, плюс достаточно дополнительной длины для полной вставки в захваты, оставляя немного излишней длины, выступающей за пределы захвата.

A9.3.2 *Захватывающее устройство* — Захваты необходимо отрегулировать прокладкой так, чтобы за верхнюю часть оборудования для испытания не выступало больше $\frac{1}{2}$ дюйма (13 мм) захвата.

A9.3.3 *Деления шкалы* — Рабочую длину 8 дюймов (200 мм) необходимо маркировать на образце, используя заранее установленный 8-дюймовый (200-мм) пробойник, или в качестве альтернативы возможна маркировка пробойником каждые 2 дюйма (50 мм) по 8-дюймовой (200-мм) рабочей длине, на одном из продольных ребер, при его наличии, или в незанятых пространствах деформированного образца. Центровочные отверстия не должны располагаться на деформации поперечного сечения. Желательны небольшие центровочные отверстия,

поскольку глубокие отверстия оставляют выемку на прутке, что может оказать влияние на результаты. Желательно «пулевидное» отверстие.

A9.3.4 Предел текучести или точку текучести следует определять одним из следующих методов:

A9.3.4.1 Удлинение под напряжением, используя метод автографической диаграммы или экстензометр, как описано в пунктах 14.1.2 и 14.1.3,

A9.3.4.2 Методом падения балансира или остановки указателя оборудования для испытания, как описано в пункте 14.1.1, при котором сталь испытывается на точку текучести в виде изогнутой под острым углом или ясно выраженной.

A9.3.5 Определения единицы напряжения для предела текучести и растяжения полноразмерных образцов должны основываться на номинальной площади прутка.

A9.4 Испытание на изгиб

A9.4.1 Испытания на изгиб необходимо проводить на образцах, имеющих достаточную длину, для гарантии свободной гибки оборудованием, которое предусматривает:

A9.4.1.1 Постоянное и одинаковое применение силы на всем протяжении операции гибки,

A9.4.1.2 Неограниченное движение образца в точках контакта с оборудованием и гибка вокруг оси, свободного для вращения, и

A9.4.1.3 Плотное обертывание образца вокруг оси во время гибки.

A9.4.2 Применимы прочие более жесткие методы по проведению испытания на изгиб, такие как размещение образца поперек двух осей, свободных для вращения, и применение изгибающей силы, фиксированной осью.

A9.4.3 Если по техническим характеристикам изделия возможно проведение повторного испытания, необходимо придерживаться следующего:

A9.4.3.1 Не использовать секции прутка, маркировка которых осуществляется при помощи роликов.

A9.4.3.2 Следует расположить прутки так, чтобы продольные ребра располагались в плоскости под прямыми углами к плоскости гибки.

A10. МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И КОНТРОЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ЦИКЛА

A10.1 Назначение

A10.1.1 Обеспечить постоянную и повторяемую термообработку производственных поковок и представляющих их испытуемых образцов при использовании руководства по моделированию теплового цикла.

A10.2 Область применения

A10.2.1 Генерация и документация времени фактического производства — кривые изменения температур (БАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ).

A10.2.2 Контроль над удваиванием основного цикла во время термической обработки поковок. (Термическая обработка в пределах существенных переменных, установленных во время A1.2.1).

A10.2.3 Подготовка диаграмм программ по единице модуляции.

A10.2.4 Мониторинг и инспекция моделированного цикла в пределах границ, установленных Кодом ASME.

A10.2.5 Документация и хранение всех данных по контролю, инспекции, диаграммам и кривым.

A10.3 Ссылочные документы

A10.3.1 Стандарты ASME:⁴

Код ASME «Котлы и сосуды под давлением», Раздел III, последнее издание.

Код ASME «Сосуды и котлы под давлением», Раздел VIII, Подраздел 2, последнее издание.

A10.4 Терминология

A10.4.1 Определения:

A10.4.1.1 *рабочая диаграмма* — запись термической обработки, полученная при ковке, преимущественно идентичной поковкам, представляющим ее. Диаграмма времени и температуры, показывающая выход из термопар, внедренных при ковке при погружении во время заданного тестового погружения и точку или точки диагностики.

A10.4.1.2 *диаграмма программы* — металлическая пластина, используемая для программирования блока моделирующего устройства. Данные по времени — температуре по базовой диаграмме переносятся на диаграмму программы ручным способом.

A10.4.1.3 *диаграмма моделирующего устройства* — запись термической обработки, которой был подвергнут испытуемый образец в блоке моделирующего устройства. Диаграмма времени и температуры, сравнимая с базовой диаграммой по точности дублирования.

A10.4.1.4 *цикл моделирующего устройства* — одна продолжительная термическая обработка набора образцов в блоке моделирующего устройства. Данный цикл включает нагревание от окружающей среды, удержание данной температуры и охлаждение. Например, моделированная аустенизация и закаливание набора образцов будут являться одним циклом; моделированный отпуск тех же образцов будет являться другим циклом.

A10.5 Методика

A10.5.1 Основные диаграммы изделия:

A10.5.1.1 Термопары должны вставляться в каждую

поковку, с их помощью получают данные для базовой диаграммы. Температура должна контролироваться записывающим устройством с разрешением, достаточным для четкого определения всех аспектов процесса нагревания, удержания и охлаждения. Все диаграммы должны содержать всю релевантную информацию, требуемую для поддержания постоянных записей.

A10.5.1.2 Термопары необходимо установить на расстоянии 180° друг от друга, если по техническим характеристикам материала задано местоположение точек диагностики на расстоянии 180°.

A10.5.1.3 Необходимо создать одну базовую диаграмму (или две, если задано в соответствии с пунктом A10.5.3.1) для изображения преимущественно идентичных поковок (того же размера и формы). Любое изменение размера или конфигурации (превышающие допуски на предварительную обработку) поковки потребует создания новой базовой кривой охлаждения.

A10.5.1.4 Если на базовую поковку (на расстоянии 180°) требуется более одной кривой, и достигнута разница скорости охлаждения, следует использовать наиболее установившуюся кривую в качестве базовой кривой.

A10.5.2 *Воспроизводимость параметров термической обработки на поковке:*

A10.5.2.1 Всю информацию, касающуюся закалки и отпуска базовой поковки, необходимо записать на основе отчета, подобного в Таблице A10.1.

A10.5.2.2 Всю информацию, касающуюся закалки и отпуска поковок, необходимо записать предпочтительно по форме, указанной в пункте A10.5.2.1. Записи по закалке поковок необходимо сохранить для ссылки в будущем. Записи по закалке и отпуску базовой поковки необходимо сохранить в виде постоянных записей.

A10.5.2.3 Следует сохранить копию записей по базовой поковке вместе с записями по термической обработке поковок.

A10.5.2.4 Существенные переменные, изложенные в записях по термической обработке, следует контролировать в пределах заданных параметров по поковкам.

A10.5.2.5 Температура закалочной среды перед закалкой каждой поковки должна равняться или быть меньше температуры закалочной среды перед закалкой базовой поковки.

ТАБЛИЦА A10.1 Запись термической обработки — Существенные переменные

	Базовая поковка	Поковка 1	Поковка 2	Поковка 3	Поковка 4	Поковка 5
Номер диаграммы программы						
Время при температуре и фактическая температура термической обработки						
Метод охлаждения						
Толщина поковки						
Погружение термопары						
Под буфером (да/ нет)						
Номер поковки						
Изделие						
Материал						
Размещение термопары — 0 градусов						
Размещение термопары — 180 градусов						
Номер бака для закалки						
Дата термической обработки						
Номер топочной камеры						
Номер цикла						
Термист						
Первоначальная температура закалочной среды						
Время от размещения в топочную камеру до закалки						
Скорость нагревания выше 1000°F (538°C)						
Температура при изъятии после закалки после 5 мин						
Ориентация поковки при закалке						

A10.5.2.6 Истекшее время с момента открытия двери топочной камеры для закалки поковки не должно превышать истекшее время для базовой поковки.

A10.5.2.7 Если временной параметр превышен при открытии двери топочной камеры до начала закалки, поковку необходимо поместить обратно в камеру и привести к равновесной температуре.

A10.5.2.8 Все поковки, представленные той же базовой поковкой, необходимо закалить, разместив подобным образом к поверхности закалочной ванны.

A10.5.2.9 Следует осуществить закалку всех поковок в том же закалочном баке, с тем же встряхиванием, что и основной поковки.

A10.5.2.10 Единообразие параметров термической обработки — (1) Разница температуры фактической термической обработки между поковками и базовой поковкой, используемая для установки цикла моделирующего устройства, не должна превышать $\pm 25^{\circ}\text{F}$ ($\pm 14^{\circ}\text{C}$) для цикла закалки. (2) Температура при закалке поковок не должна опускаться ниже фактической температуры закалки базовой поковки.

(3) Следует установить, по меньшей мере, одну контактную поверхностную термопару на каждую поковку при производственной нагрузке. Необходимо записать температуру для всех поверхностных термопар на регистрирующем устройстве время — температура и сохранить данные записи в качестве постоянной документации.

A10.5.3 Моделирующее устройство теплового цикла:

A10.5.3.1 Диаграммы программы должны составляться на основе данных, записанных на базовой диаграмме. Для всех испытываемых образцов следует задать одинаковую скорость нагревания выше AC1, одинаковое время выдержки и одинаковую скорость охлаждения, что и для поковок.

A10.5.3.2 Тепловой цикл выше AC1, часть цикла выдержки и часть охлаждения по базовой диаграмме необходимо продублировать, и установить допустимые пределы температуры и времени, как задано в (a)-(c) для проверки соответствия моделированной термической обработки.

(a) Моделирование теплового цикла термической обработки испытываемого образца для закаленных и отпущенных поковок и прутков — При доступности данных по скорости охлаждения поковок и прутков и устройств, регулирующих скорость охлаждения испытываемых образцов, возможна термическая обработка испытываемых образцов в устройстве.

(b) Испытуемые образцы необходимо нагревать до той же максимальной температуры, что у поковок и прутков. Испытуемые образцы необходимо охладить при скорости, равной и не более скорости охлаждения точек диагностики, находящейся в пределах 25°F (14°C) и 20 с при всех температурах после начала охлаждения. Данные испытываемые образцы следует последовательно термически обработать в соответствии с термической обработкой ниже критической температуры, включая закалку и моделированную послесварочную термическую обработку.

(c) Моделированная послесварочная термическая обработка испытываемых образцов (для поковок и прутков из ферритной стали) — За исключением поковок и прутков из углеродистой стали (Р Номер 1, Раздел IX Кода) номинальной толщины или диаметра 2 дюйма (51 мм) или менее, данные испытываемые образцы необходимо термически обработать для моделирования термической обработки ниже критической температуры, которую поковки и прутки могут получить во время производства. При моделировании термической обработки необходимо использовать температуры, хронометраж и скорость охлаждения, указанные в заявке. Общий хронометраж при температуре (-ах) испытываемого материала должен составлять, по меньшей мере, 80% от общего хронометража при температуре (-ах), которым поковки и прутки подвержены при послесварочной термической обработке. Общий хронометраж при температуре (-

ах) для испытываемых образцов можно получить при единичном цикле.

A10.5.3.3 Перед термической обработкой в моделирующем блоке испытываемые образцы необходимо механически обработать до стандартных размеров, которые были определены для последующего извлечения кокса и оксида.

A10.5.3.4 Необходимо использовать, по меньшей мере, одну термопару на образец для постоянной записи температуры на независимом внешнем источнике контроля температуры. Из-за чувствительности и конструктивных особенностей камеры нагрева определенного оборудования обязательно, чтобы соединения термопар по контролю и мониторингу всегда размещались в той же релевантной позиции относительно источника нагревания (обычно инфракрасные лампы).

A10.5.3.5 Необходимо идентифицировать каждый отдельный образец, и данную идентификацию следует отобразить на моделирующей диаграмме и записях по моделирующему циклу.

A10.5.3.6 Данную моделирующую диаграмму необходимо сопоставить с базовой диаграммой для точного воспроизведения моделирующей закалки в соответствии с пунктом A10.5.3.2(a). Если какой-либо один образец не был термически обработан в пределах допустимых ограничений по температуре и времени, его следует извлечь и заменить на новый механически обработанный. Документацию по данным действиям и причинам отклонения от базовой диаграммы необходимо показать на моделирующей диаграмме и в соответствующем отчете по несоответствию.

A10.5.4 Повторная термическая обработка и повторное испытание:

A10.5.4.1 В случае отказа при испытании необходимо провести повторное испытание в соответствии с правилами, предусмотренными техническими характеристиками материала.

A10.5.4.2 При допуске повторного испытания следует таким же образом термически обработать новый испытываемый образец. Следует таким же образом термически обработать поковку, представляющую данный образец. При прохождении испытания данную поковку необходимо одобрить. Если испытание не пройдено, данную поковку следует отклонить, или при допуске повторно термически обработать.

A10.5.4.3 При допуске повторной термической обработки придерживайтесь следующего: (1) Повторно термически обработать, как и при первоначальной обработке (хронометраж, температура, скорость охлаждения): используя новые испытываемые образцы с площадью, близкой по возможности к первоначальным образцам, дважды повторите циклы аустенизации и закалки, которые следуют за циклом отпуска (двойная закалка и отпуск). Поковку также следует подвергнуть двойной закалке и отпуску, что и испытываемые образцы выше. (2) Проведите повторную термическую обработку, применяя новое руководство по термической обработке. При каких-либо изменениях в хронометраже, температуре или скорости охлаждения следует составить новое руководство по термической обработке. Необходимо составить новую базовую кривую, а также провести моделирование и испытание, как было задано первоначально.

A10.5.4.4 В итоге каждый испытываемый образец и соответствующая поковка должны подвергаться идентичной термической обработке или термической обработке; в противном случае испытание не будет пройдено.

A10.5.5 *Хранение, отзыв и документация по данным моделирования теплового цикла —* Все записи, относящиеся к моделированию теплового цикла, необходимо хранить в течение 10 лет или как предусмотрено заказчиком. Следует организовать информацию таким образом, чтобы все руководства можно было проверить с помощью соответствующих задокументированных записей.

СВОДКА ИЗМЕНЕНИЙ

Комитет A01 определил местоположение отдельных изменений, внесенных в настоящий стандарт с момента последнего выпуска (A370 – 13), способных оказать влияние на применение этого стандарта. (Утверждено 15 мая 2014.)

- | | |
|--|---|
| (1) Пересмотрен п. 19.1. | п. A3.3.1. |
| (2) Добавлено дополнительное предложение в Примечание 7. | (4) Добавлено слово «Средний» в Таблицу A5.1, второй столбец. |
| (3) Пересмотрено местоположение для испытания на твердость в | |

Комитет A01 определил местоположение отдельных изменений, внесенных в настоящий стандарт с момента последнего выпуска (A 370 – 12a), способных оказать влияние на применение этого стандарта. (Утверждено 15 ноября 2013.)

- | | |
|---|---|
| (1) Добавлено Примечание 4 к Рис. 10. | (4) Добавлены значения твердости по Викерсу в п. 16. |
| (2) Пересмотрен допуск на радиус углов ударника на Рис. 10. | (5) Добавлены образцы уменьшенного размера на Рис. A2.3. |
| (3) Пересмотрен п. 26.4.3.7. | Добавлено опорное Приложение 7 и пояснение в п. A2.2.2.1. |

ASTM International не занимается вынесением решений относительно действительности любых патентных прав, заявляемых в связи с любым объектом, упоминаемым в настоящем стандарте. Пользователям этого стандарта в явной форме сообщается, что на них возлагается вся полнота ответственности за определение действительности любых таких патентных прав и риска нарушения таких прав.

Настоящий стандарт может быть пересмотрен в любой момент времени ответственным техническим комитетом и должен пересматриваться раз в пять лет; в случае несоблюдения требования о пересмотре он должен быть либо повторно утвержден, либо отозван. Мы с готовностью рассмотрим ваши предложения по изменению этого стандарта или по составлению дополнительных стандартов; они должны направляться по адресу штаб-квартиры ASTM International. Ваши замечания будут внимательно рассмотрены на совещании ответственного технического комитета, на котором вы можете присутствовать лично. Если вы полагаете, что ваши замечания не были заслушаны должным образом, вы должны довести свое мнение до сведения Комитета по стандартам ASTM по приведенному ниже адресу.

Авторские права на этот стандарт принадлежат ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States – США. Отдельные репринты (в одном или нескольких экземплярах) настоящего стандарта можно получить, связавшись с ASTM по указанному выше адресу или по номеру 610-832-9585 (телефон), 610-832-9555 (факс), по адресу service@astm.org (электронная почта), или через веб-сайт ASTM (www.astm.org). Разрешение на снятие фотокопий данного стандарта может быть также получено через Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, тел.: (978) 646-2600; <http://www.copyright.com/>.