МЕЖДУНАРОДНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Нормы и правила по котлам и сосудам под давлением ASME 2007

Дополнение 2008а 1 июля 2008г.

V

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

Комитет ASME по котлам и сосудам под давлением
Подкомитет по неразрушающему контролю

Американское Общество
Инженеров- механиков

ASME

U050W8

Дата выпуска: 1 июля 2008г.

Настоящие нормы и правила или стандарт разработаны по методикам, аккредитованным в соответствии с критериями, определенными по отношению к Американским Национальным Стандартам. Состав Комитета по Стандартам, который утвердил настоящие нормы и правила или стандарт, был выбран таким образом, чтобы обеспечить участие в нем отдельных квалифицированных представителей из заинтересованных сфер. Предлагаемые нормы и правила или стандарт были представлены на открытый контроль для представления комментариев, обеспечивающих возможность получения дополнительного вклада из сфер промышленности, научных обществ, органов государственного регулирования и широких слоев общественности.

ASME не «одобряет», не «оценивает» и не «утверждает» никакие компоненты, конструкции, оригинальные устройства или работы.

ASME не имеет никакого отношения к юридической силе любых патентных прав, заявленных в связи с любым пунктом, упомянутым в настоящем документе, и не берет на себя ответственность за какое бы то ни было использование любого стандарта в отношении к обязательству по нарушению любого применимого патента, равно как и не принимает на себя любого подобного обязательства. Пользователям настоящих норм и правил или стандарта настоятельно рекомендуется определить юридическую силу любых таких патентных прав и учитывать, что они несут полную ответственность за нарушения подобных прав.

Участие представителя (ей) или лица (лиц) от федеральных агентств, связанных с промышленностью, не должно рассматриваться в качестве государственного или отраслевого утверждения настоящих норм и правил или стандарта.

ASME принимает на себя ответственность только за разъяснения к настоящему документу, выпущенные в соответствии с установленными методиками и принципами ASME, которые препятствуют выпуску Разъяснений отдельными лицами.

Сноски, приведенные в настоящем документе, являются неотъемлемой частью настоящего Американского национального стандарта.

Воспроизведение Технических Требований, опубликованных и охраняемых авторским правом от лица Американского Общества Специалистов по Испытаниям и Материалам - с разрешения данного общества.

Никакая часть настоящего документа не может быть воспроизведена ни в какой форме, включая электронные системы поиска информации или иное, без предварительного письменного разрешения издателя.

Библиотека Конгресса, Номер Карточки по Каталогу: 56-3934.
Отпечатано в Соединенных Штатах Америки

Американский Институт Инженеров-Механиков
Адрес: Three Park Avenue, Нью-Йорк, NY 10016-5990

Авторские права © 2008
АМЕРИКАНСКОЕ ОБЩЕСТВО ИНЖЕНЕРОВ-МЕХАНИКОВ
Авторские права защищены

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Дополнения к Изданию Норм и Правил 2007г. Выпущено в форме замещающих страниц. Изменения, дополнения или удаления выполнены непосредственно на указанных страницах. Однако рекомендуется сохранять для справки все заменяемые страницы.

Замените или вставьте указанные страницы. Изменения, представленные ниже, указаны на страницах пометкой на полях, **A08,** расположенной рядом с изменением. Изменения в Издании 2007г. обозначены **07**. Для перечисленного ниже, *Страница* указывает на изменение. Пометка на полях, **A08,** расположенная рядом с заголовком обозначает *Местоположение. Корректировки* перечислены в разделе *Изменения.* Регистрационные номера, указанные ниже, более подробно объяснены в «Перечне изменений в порядке регистрационных номеров», который следует за *Сводной таблицей Изменений*.

Страница	*Местоположение*	*Изменение (Регистрационный номер)*
xix-xxix	Реестр	Откорректировано с учетом A08
1	T-120(e)	Сноска 3 изменена в подпунктах (e)(1) и (e)(2) *(07-736)*
2,3	T-120(g)	Изменено *(04-454)*
	T-150	Изменено полностью *(04-454)*
4	I-130(b)	Добавлены определения для демонстрационного испытания персонала, демонстрационного испытания процедуры, и квалификационного испытания процедуры (04-454)
7	T-222.1	Изменено *(07-1862)*
	T-222.2	Изменен первый пункт *(07-1862)*
13	Таблица T-276	Изменено *(07-1861)*
	T-277.1(d)	Изменено *(07-1330)*
	T-277.1(e)	Изменено *(07-1330)*
14	T-283.1	Изменено *(07-1861)*
49, 50	T-466.2	(1) Изменены название и пункт *(06-1334)* (2) Добавлено замечание *(06-1334)*
53,54	III-422.1	Изменена ссылка на Таблицу *(07-1871)*
	III-422.2	Изменена ссылка на Таблицу *(07-1871)*
55	Рис. III-434.2.1(a)	(1) Изменен рисунок *(07-1335)* (2) Изменены метрические значения в табличном материале справа *(07-1335)* (3) Изменено общее замечание (b) *(07-1335)*
	Рис. III-434.2.1(b)	Изменено *(07-1335)*
56	III-463.3	Изменено второе предложение *(07-83)*
57	III-486	Изменено и добавлен второй пункт *(07-83)*
58	Ill-492(d)	Добавлено *(07-83)*
	Приложение IV	Изменено название *(06-614)*
	IV-410	(1) Изменено *(06-614)* (2) Добавлены сноски со (2) по (4) *(06-614)*
	IV-422.1	Изменено *(06-614)*
	IV-422.2	Изменено *(06-614)*
	IV-461.2	Изменены ссылки в Приложении *(07-1871)*
	Таблица IV-422	Изменено *(06-614)*
	IV-462.8	Добавлено *(06-614)*
	IV-492	(1) Изменен подпункт (b) *(06-614)* (2) Добавлен подпункт (c) *(06-614)*

Страница	*Местоположение*	*Изменение (Регистрационный номер)*
96	Рис. N-482(a)	Исправлена опечатка в первом нумерованном указании *(07-868)*
	N-482.1(b)	Исправлена опечатка во втором предложении *(07-868)*
97	Рис. N-482(b)	Исправлена опечатка в третьем нумерованном указании *(07-868)*
107, 108	T-563.2	(1) Изменено название и пункт *(06-1334)* (2) Добавлено замечание *(06-1334)*
125, 126	T-755	Изменено в целом *(06-673)*
132	I-741	Исправлена опечатка в ссылке на SD-1186 в двух местах *(06-966)*
135	Таблица III-721	В первой колонке исправлена опечатка в первой и восьмой записи *(07-1536)*
138	Статья 8	Изменено название *(07-1863)*
207	III-1220(d)	Исправлена опечатка в ссылке на пункт*(05-1126)*
241-244	II-1410	Изменен первый пункт *(07-866)*
	II-1420	(1) Изменен третий пункт *(07-866)* (2) Добавлен последний пункт *(07-866)*
	II-1434.1	Изменены название и пункт *(07-866)*
	II-1434.2	Изменены первый и четвертый пункт *(07-866)*
	II-1434.2(c)	Изменено *(07-866)*
	II-1434.3	Удален второй пункт *(07-866)*
	II-1450	Удален подпункт (k) *(07-866)*
	Рис. II-1434	Добавлено *(07-866)*
	II-1481	Изменено название*(07-866)*
	II-1482	Изменено в целом *(07-866)*
	II-1483	Изменено в целом *(07-866)*
253	T-1710(d)	В последней строке слово "Приложение " заменено на слово "Статья" *(07-1865)*
273-288	SE-747	Изменено в целом *(07-873)*
301-312	SE-1030	Изменено в целом *(07-872)*
351-358	SA-388/SA-388M	Изменено в целом *(07-1295)*
359	SA-435/SA-435M	Изменен подзаголовок *(07-733)*
362	SA-577/SA-577M	Изменен подзаголовок *(07-734)*
409	SE-273	Изменен подзаголовок *(07-865)*
414-420	SE-797	Изменено в целом *(07-864)*
421-25	SD-129	Изменено в целом *(06-513)*
431-435	SD-808	Изменено в целом *(06-967)*
523-532	SE-2096	Изменено в целом *(07-881)*
533-535	SE-650	Изменено в целом *(06-384)*
536-547	SE-976	Изменено в целом *(06-385)*

ПРИМЕЧАНИЕ:

Том 58 Толкований к Разделу V Норм и Правил ASME по сосудам под давлением идет следом за последней страницей настоящего документа.

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОРЯДКЕ РЕГИСТРАЦИОННЫХ НОМЕРОВ

Регистрационный номер	Изменение
04-454	Изменена Статья 1, T-120(g) и T-150 для разъяснения разницы между демонстрационными испытаниями процедуры и персонала и случаями, в которых они применяются. Изменено Обязательное Приложение I в целях определения терминов "подтверждение процедуры," "квалификационные испытания процедуры," и "подтверждение персонала."
05-1126	Исправлены опечатки с II-1230 до III-1230.
06-384	В статье 29, был принят ASTM E 650-97 (R2002) и заменяет SE-650 (ASTM E 650-97).
06-385	В статье 29, был принят ASTM E 976-05 и заменяет SE-976.2 (ASTM E 976-00).
06-513	В статье 24, был принят ASTM D 129-00 (R2005) и заменяет SD-129 (ASTM D 129-00).
06-614	Пункт IV-410 была изменена область применения. Изменено пункт IV-422 и Таблица IV-422.
06-673	Из-за дублирования в другом пункте, касающемся той же темы по магнитопорошковой дефектоскопии, был удален T-755.1. Поскольку старый пункт T-755.2 был единственным оставшимся пунктом под номером T-755, T-755.2 и заголовок были удалены.
06-966	Устранена опечатка в ссылке с ASTM D 1186 на SD-1186.
06-967	В статье 24, ASTM D 808-05 был принят и заменяет SD-808 (ASTM D 808-00).
06-1334	Пункты T-466.2 и T-563.2 были изменены для исключения необходимости проведения калибровок каждые 4 часа во время проверки.
07-83	Последнее предложение в III-463.3 было изменено. Были изменены требования по подтверждению чувствительности. Были сделаны корректировки и редакторские правки в пункте III-486. Было добавлено правило, что могут использоваться чередующиеся эталонные отражатели для подтверждения точности глубины и, что окончательное толкование должно быть сделано только после выполнения всех настроек. Были сделаны корректировки и редакторские правки в пункте III-490. Было добавлено Замечание (d) касательно документации по окончательным уровням обработки отображаемой информации.
07-733	В статье 23, был принят ASTM A 435/A 435M-90 (R2007) и заменяет SA-435/SA-435M CASTM A 435/A 435M-90 (R1996)]
07-734	В статье 23, был принят ASTM A 577/A 577M-90 (R2007) и заменяет SA-577/SA-577M [ASTM A 435/A 435M-90 (R1996)].
07-736	Изменена Статья 1, T-120(e), Сноска 3 для принятия SNT-TC-1A-2006 и CP-189-2006.
07-864	В статье 23, был принят ASTM E 797-05 и заменяет SE-797 [ASTM E 797-95 (R2001)]
07-865	В статье 23, был принят ASTM E 273-01 (R2005) и заменяет SE-273 (ASTM E 273-93).
07-866	В Статье 14, Приложения 2 были сделаны редакторские правки .
07-868	В Статье 4, Необязательное Приложение N, Рис. N-482(a) и N-482(b) и в пунктах N-482.1 и N-482.2 были сделаны редакторские правки.
07-872	В статье 22, был принят ASTM E 1030-05 и заменяет SE-1030 (ASTM E 1030-00).
07-873	В статье 22, был принят ASTM E 747-04 и заменяет SE-747 (ASTM E 747-97).
07-881	В статье 26, был принят ASTM E 2096-05 и заменяет SE-2096 (ASTM E 2096-00).
07-1295	В статье 23, был принят ASTM A 388/A388M-07 и заменяет SA-388/SA-388M (ASTM A 388/A 388M-04).
07-1330	В статье 2, пункты T-277(d) и (e) было удалено слово "номера" в обоих пунктах, поскольку в этих пунктах дана ссылка и на тип отверстия и на тип проволочного индикатора качества изображения. Перед словом «идентификация» вставлено "IQI" во втором предложении пункта T-277(d), чтобы привести в соответствие с T-277(e).
07-1335	Рисунок III-434.2.1(a) был изменен с добавлением плакировки на оба эскиза блоков и показан точный перевод из Традиционной американской системы единиц в единицы в системе СИ. Рисунок III-434.2.1(b) был изменен с добавлением плакировки на эскиз блоков.
07-1536	Исправление опечатки.
07-1861	В T-283.1, требование для отверстия "2T" было заменено на «существенное», и вставлены две колонки (2) "Основное отверстие" в Таблицу T-276.
07-1862	Пункты T-222.1 и T-222.2 переформулированы, чтобы соответствовать общей редакции.
07-1863	Из названия статьи 8 удалено фраза "Трубчатые Изделия" .
07-1865	Изменено "Приложение" на "Статья" в T-1710(d).
07-1871	Изменены ссылки в III-422 и IV-422 с "Таблица T-422" на "Таблица T-421." Изменена ссылка в IV-461.2 с "Приложение III" на "Приложение II."

ЭТА СТРАНИЦА НАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

2007 ASME
НОРМЫ И ПРАВИЛА
ПО КОТЛАМ И СОСУДАМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

РАЗДЕЛЫ

I Правила проектирования энергетических котлов

II Материалы
- Часть A — Технические требования на черные металлы
- Часть B — Технические требования на цветные металлы
- Часть C — Технические требования на сварочные прутки, электроды и присадочные металлы
- Часть D — Свойства (традиционная американская система единиц)
- Часть D — Properties (метрическая система единиц)

III Правила проектирования компонентов ядерных установок
- Подраздел NCA — Общие требования для секции 1 и секции 2
- Подраздел NB — Компоненты Класса 1
- Подраздел NC — Компоненты Класса 2
- Подраздел ND — Компоненты Класса 3
- Подраздел NE — Компоненты Класса MC
- Подраздел NF — Опоры
- Подраздел NG — Опорные конструкции активной зоны
- Подраздел NH — Компоненты Класса 1 по приложениям в отношении эксплуатации при повышенных температурах
- Секция 2 — Нормы и правила по бетонным укрытиям
- Секция 3 — Контейнеры для транспортировки и хранения отработанного ядерного топлива, а также материалов и отходов с высоким уровнем радиоактивности

IV Правила проектирования отопительных котлов

V Неразрушающий контроль

VI Рекомендации по обслуживанию и эксплуатации отопительных котлов

VII Руководящие указания по обслуживанию энергетических котлов

VIII Правила проектирования сосудов под давлением
- Секция 1
- Секция 2 — Альтернативные правила
- Секция 3 — Альтернативные правила проектирования сосудов высокого давления

IX Квалификация сварки и пайки

X Сосуды под давлением, из пластика, усиленного волокнами

XI Правила технического контроля в процессе эксплуатации компонентов ядерных энергетических установок

XII Правила проектирования и непрерывной эксплуатации транспортных контейнеров

ДОПОЛНЕНИЯ

Представленные на цветных листах дополнения включают дополнительную информацию и изменения к отдельным Разделам Норм и правил и публикуются ежегодно с автоматической рассылкой всем покупателям соответствующих Разделов до момента публикации Норма и правил в 2010 г. Нормы и правила от 2007 г. представлены только в несброшюрованном виде, и Дополнения также будут выпущены несброшюрованными для замены листов.

РАЗЪЯСНЕНИЯ

ASME выпускает письменные ответы в отношении разъяснений технических аспектов Норм и правил. Разъяснения к каждому отдельному Разделу будут опубликованы отдельно и включены в обновления к настоящему Разделу. Разъяснения Раздела III, Секция 1 и 2 будут включены в виде обновления к Подразделу NCA.

Разъяснения к Нормам и правилам распространяются ежегодно, в июле, с выпуском редакции и последующего дополнения. Вопросы по разъяснениям, направленные в январе на адрес www.cstools.asme.org/interpretations, будут включены в июльскую рассылку.

ПРЕЦЕДЕНТЫ ПО НОРМАМ И ПРАВИЛАМ

Заседания комитета по котлам и сосудам под давлением с целью рассмотрения предлагаемых дополнений и редакций к настоящим Нормам и правилам и формулирования Прецедентов для разъяснения назначения существующих требований или представления (при безотлагательной необходимости) правил по материалам или конструкциям, не охваченным настоящими Нормами и правилами, проходят регулярно. Принятые прецеденты появятся в соответствующем журнале Прецедентов к Нормам и правилам: "Котлы и сосуды под давлением" и "Ядерные компоненты". Рассылка добавлений покупателям журналов Прецеденты к Нормам и правилам осуществляется автоматически до опубликования Норм и правил 2010.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ xv
ПРОГРАМНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИМВОЛОВ НОРМ И ПРАВИЛ И ОДОБРЕНИЕ НОРМ И ПРАВИЛ В ОТНОШЕНИИ РЕКЛАМЫ xvii
ПЕРСОНАЛ, КОМИТЕТ, ПОДКОМИТЕТЫ, ПОДГРУППЫ И РАБОЧИЕ ГРУППЫ КОМИТЕТА ASME ПО КОТЛАМ И СОСУДАМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ..... xix
ПЕРСОНАЛ СЛУЖАЩИЕ КОМИТЕТА ASTM..... xxxi
СВОДКА ИЗМЕНЕНИЙ xxxiii
ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОРЯДКЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ВС xxxv

ПОДРАЗДЕЛ А МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ 1
СТАТЬЯ 1 **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ** 1
T-110 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ 1
T-120 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... 1
T-130 ОБОРУДОВАНИЕ..... 2
T-150 ПРОЦЕДУРА 2
T-160 КАЛИБРОВКА 2
T-170 КОНТРОЛЬ И ПРОВЕРКИ..... 2
T-180 ОЦЕНКА 3
T-190 ОТЧЕТЫ/ДОКУМЕНТАЦИЯ 3

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
I ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ..... 4

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
A ДЕФЕКТЫ И ТИП МЕТОДА НРК 5

СТАТЬЯ 2 РАДИОГРАФИЧЕСКАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ 7
T-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ 7
T-220 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... 7
T-230 ОБОРУДОВАНИЕ..... 7
T-260 КАЛИБРОВКА 9
T-270 КОНТРОЛЬ 10
T-280 ОЦЕНКА. 14
T-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ..... 15

РИСУНОК
T-275 РАСПОЛОЖЕНИЕ МАРКИРОВОЧНЫХ ЗНАКОВ..... 11

ТАБЛИЦЫ
T-233.1 НОМЕР ЭТАЛОНА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, ТОЛЩИНА, ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЙ..... 8
T-233.2 ОБОЗНАЧЕНИЕ ЭТАЛОНА, ДИАМЕТР ПРОВОЛОЧЕК, НОМЕР ПРОВОЛОЧЕК 8
T-276 ВЫБОР ЭТАЛОНОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ..... 13
T-283 ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЛАСТИНЧАТОГО ЭТАЛОНА..... 15

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
I РАДИОГРАФИЯ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ 16
II РАДИОСКОПИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ..... 17

III	ПОЛУЧЕНИЕ, ОТОБРАЖЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО И РАДИОСКОПИЧЕСКОГО ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ	19
IV	ИНТЕРПРЕТАЦИЯ, ОЦЕНКА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО И РАДИОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, ПРОИЗВОДИМЫХ ПРИ ПОМОЩИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ	20
V	ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ	21
VI	ПОЛУЧЕНИЕ, ОТОБРАЖЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНИЯ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ	23
VII	РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК.	28
VIII	РАДИОГРАФИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ПЛАСТИНЫ	28

НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

A	РЕКОМЕНДУЕМЫ СХЕМЫ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ПРИ РАБОТЕ СО СВАРНЫМИ ШВАМИ ТРУБ..	31
C	СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНОВ ДЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	34
D	КОЛИЧЕСТВО ЭТАЛОНОВ (ОСОБЫЕ СЛУЧАИ)	34

СТАТЬЯ 4	**МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ**	41
T-410	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	41
T-420	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	41
T-430	ОБОРУДОВАНИЕ	41
T-440	ПРОЧИЕ ТРЕБОВАНИЯ	46
T-450	МЕТОДЫ	46
T-460	КАЛИБРОВАНИЕ	48
T-470	КОНТРОЛЬ	50
T-480	ОЦЕНКА	52
T-490	ДОКУМЕНТАЦИЯ	52

РИСУНКИ

T-434.1.7.2	ПРЕДЕЛЫ ОТНОШЕНИЯ ДЛЯ КРИВОЛИНЕНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ	43
T-434.2.1	ПЛОСКИЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ	44
T-434.3	ТРУБНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ	45
T-434.4.1	КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА №1	46
T-434.4.2.1	АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА № 1	47
T-434.4.2.2	АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА №1 .	47
T-434.4.3	АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА №2 .	48

ТАБЛИЦА

T-421	ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ УЗК	42

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

I	ЛИНЕЙНОСТЬ ВЫСОТЫ ЭКРАНА	53
II	ЛИНЕЙНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ АМПЛИТУДОЙ	53
III	МЕТОД ВЕРМЯПРОЛЕТНОЙ ДИФРАКЦИИ (TOFD)	53
IV	ФАЗИРОВАННАЯ РЕШЕТКА, ОДИНОЧНЫЙ ФИКСИРОВАННЫЙ УГОЛ С РУЧНЫМ РАСТРОВЫМ СКАНИРОВАНИЕМ	58

НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

A	РАСПОЛОЖЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК СОСУДА	59
B	ОБЩИЕ МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ ДЛЯ НАКЛОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	59
C	ОБЩИЕ МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	65
D	ПРИМЕРЫ ЗАПИСИ ДАННЫХ КОНТРОЛЯ НАКЛОННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ	65

E	МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ	68
G	КОНФИГУРАЦИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО КАЛИБРОВОЧНОГО ОБРАЗЦА	74
I	КОНТРОЛЬ ШВОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКАТЕЛЕЙ УГЛОВОГО ЛУЧА	76
J	АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ БАЗОВЫЙ ОБРАЗЕЦ	77
K	РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ КОНТРОЛЯ ПРЯМЫМ ЛУЧОМ ДЛЯ ПЛОСКИХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ	79
L	ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПО МЕТОДУ TOFD / МЕТОДУ КОМПЬЮТЕРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ РАЗДЕЛЬНО-СОВМЕЩЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	79
M	ОБЩИЕ МЕТОДЫ КАЛИБРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ ВОЛНОЙ УГЛОВОГО ЛУЧА	82
N	ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВРЕМЯПРОЛЕТНОЙ ДИФРАКЦИИ	84
СТАТЬЯ 5	МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ	104
T-510	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	104
T-520	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	104
T-530	ОБОРУДОВАНИЕ.	104
T-560	КАЛИБРОВАНИЕ	105
T-570	КОНТРОЛЬ	107
T-580	ОЦЕНКА	108
T-590	ДОКУМЕНТАЦИЯ	108
РИСУНКИ		
T-534.3	КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ для ПРЯМОГО ЛУЧА ДЛЯ КРЕПЕЖА	106
ТАБЛИЦА		
T-522	ПЕРЕМЕННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ МЕТОДИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ.	105
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ		
I	УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ НАСОСОВ И АРМАТУРЫ	110
II	ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ РАДИУСА ВНУТРЕННЕГО УГЛА ПАТРУБКА И ВНУТРЕННЕЙ ОБЛАСТИ УГЛА	110
III	СЛОВАРЬ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ	111
IV	ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ БОЛТОВ	112
СТАТЬЯ 6	**КАПИЛЛЯРНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ**	114
T-610	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	114
T-620	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	114
T-630	ОБОРУДОВАНИЕ.	114
T-640	РАЗНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	114
T-650	МЕТОДИКА	115
T-660	КАЛИБРОВАНИЕ	116
T-670	КОНТРОЛЬ	116
T-680	ОЦЕНКА	117
T-690	ДОКУМЕНТАЦИЯ	118
ТАБЛИЦЫ		
T-621	ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТСОКОПИИ.	115
T-672	МИНИМАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ВЫДЕРЖКИ	116
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ		
I	ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ПО КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ	119
II	КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ	119
III	МЕТОДИКИ КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ПРИ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ	120

СТАТЬЯ 7 **МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ** 122
Т-710 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. 122
Т-720 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 122
Т-730 ОБОРУДОВАНИЕ. 122
Т-740 ДРУГИЕ ТРЕБОВАНИЯ. 123
Т-750 ПРИЕМЫ. 123
Т-760 КАЛИБРОВАНИЕ 126
Т-770 КОНТРОЛЬ 129
Т-780 ОЦЕНКА 131
Т-790 ДОКУМЕНТАЦИЯ 131

РИСУНКИ
Т-754.2.1 ПРИЕМ ОДНОПРОХОДНОГО И ДВУХПРОХОДНОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА 125
Т-754.2.2 ЭФФЕКТИВНАЯ ЗОНА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМЕЩЕННОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА 125
Т-764.1.1 ИНДИКАТОР МАГНИТНОГО ПОЛЯ СЕКТОРНОГО ТИПА 126
Т-764.1.2.1 ПРОКЛАДКИ С ИСКУССТВЕННЫМИ ДЕФЕКТАМИ 127
Т-764.1.2.2 ПРОКЛАДКИ С ИСКУСТВЕННЫМИ ДЕФЕКТАМИ 128
Т-766.1 КОЛЬЦО-ОБРАЗЕЦ КЕТОС (БЕТЦ) 130

ТАБЛИЦА
Т-721 ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ 123

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
I МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРМА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ДЛЯ ФЕРРИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НЕМАГНИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ 132
II ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ДЛЯ МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ 134
III МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРМА С ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМИ ЧАСТИЦАМИ В НЕЗАТЕМНЕННОЙ ЗОНЕ 135

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
A ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ГАУССМЕТРА 137

СТАТЬЯ 8 **ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ** 138
Т-810 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. 138

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
I ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ 139
II ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ НЕФЕРРОМАГНИТНЫХ ТРУБОК ТЕПЛООБМЕННИКОВ 139
III КОНТРОЛЬ ФЕРРИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОКРЫТИЕМ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ 145
IV ДЕФЕКТОСКОПИЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ ВИХРЕТОКОВЫМ КОНТРОЛЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕШНИХ КАТУШЕ 147
V ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ НЕПРОВОДЯЩЕГО НЕМАГНИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА НЕМАГНИТНОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ ВИХРЕТОКОВЫМ КОНТРОЛЕМ 149
VI ОБНАРУЖЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ НЕСПЛОШНОСТЕЙ В НЕМАГНИТНЫХ МЕТАЛЛАХ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛОСКИХ ЗОНДОВ 151

СТАТЬЯ 9 **ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ** 154
Т-910 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. 154
Т-920 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 154
Т-930 ОБОРУДОВАНИЕ. 155

T-950	ПРИЕМЫ.	155
T-980	ОЦЕНКА	155
T-990	ДОКУМЕНТАЦИЯ	155

ТАБЛИЦА

T-921	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ	154

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

I	ГЛОССАРИЙ ПО РАЗДЕЛУ «ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ»	156

СТАТЬЯ 10	**ИСПЫТАНИЯ НА УТЕЧКУ**	157
T-1000	ВВЕДЕНИЕ	157
T-1010	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	157
T-1020	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	157
T-1030	ОБОРУДОВАНИЕ.	157
T-1040	ДРУГИЕ ТРЕБОВАНИЯ.	158
T-1050	МЕТОДИКА	158
T-1060	КАЛИБРОВАНИЕ	158
T-1070	ИСПЫТАНИЕ	159
T-1080	ОЦЕНКА	159
T-1090	ДОКУМЕНТАЦИЯ	159

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

I	ПРОБА НА ОБРАЗОВАНИЕ ПУЗЫРЕЙ - СПОСОБ ПРЯМОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ.	160
II	ПРОБА НА ОБРАЗОВАНИЕ ПУЗЫРЕЙ — СПОСОБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ.	161
III	ЗОНДОВЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛОИДНОГО ТЕЧЕИСКАТЕЛЯ	163
IV	ИСПЫТАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА — СПОСОБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕТЕКТОРНОЙ ГОЛОВКИ.	165
V	ИСПЫТАНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА — СПОСОБ ПОДВОДА ПРОБНОГО ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ЩУПА	168
VI	ИСПЫТАНИЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ	170
VII	ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОПИСАНИИ ИСПЫТАНИЙ НА УТЕЧКУ	171
VIII	ЗОНДОВОЕ ИСПЫТАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ	172
IX	ИСПЫТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА — ОБНАРУЖЕНИЕ ТЕЧИ КОЛПАЧКОВЫМ МЕТОДОМ	175
X	ИСПЫТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕЧЕИСКАТЕЛЯ	177

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

A	ОБОЗНАЧЕНИЯ В ФОРМУЛАХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА УТЕЧКУ	180

СТАТЬЯ 11	**ДЕФЕКТОСКОПИЯ СОСУДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПЛАСТИКА, АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНОМ, МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**	181
T-1110	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	181
T-l 120	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	181
T-l 130	ОБОРУДОВАНИЕ И ПИТАНИЕ	182
T-l 140	ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	183
T-l 160	КАЛИБРОВАНИЕ	184
T-1180	ОЦЕНКА	184
T-l 190	ДОКУМЕНТАЦИЯ	184

РИСУНКИ

T-l 142(c)(1)(a)	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАГРУЖЕНИЯ СОСУДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ	185
T-l 142(c)(1)(b)	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАГРУЖЕНИЯ ВАКУУМНЫХ СОСУДОВ	186

T-l 142(c)(1)(c)	АЛГОРИТМ ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СОСУДОВ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ	187
T-l 142(c)(2)(a)	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАГРУЖЕНИЯ СОСУДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ	188
T-l 142(c)(2)(b)	АЛГОРИТМ ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СОСУДОВ ПОВЫШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ	189

ТАБЛИЦА

T-l 121	ТРЕБОВАНИЯ К СНИЖЕНИЮ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО ПЕРЕД ДЕФЕКТОСКОПИЕЙ	181
T-l 181	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ	190

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

I	ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ	191
II	КАЛИБРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ	192
III	СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ СОСУДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНАМИ ПЛАСТИКА	194

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

A	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ДАТЧИКОВ	195

СТАТЬЯ 12	**ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОСУДОВ ВО ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**	201
T-1210	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	201
T-1220	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	201
T-1230	ОБОРУДОВАНИЕ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ	202
T-1240	ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	202
T-1260	КАЛИБРОВАНИЕ	203
T-1280	ОЦЕНКА	203
T-1290	ДОКУМЕНТАЦИЯ	204

РИСУНОК

T-l244.3.2	ПРИМЕР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НАГРУЖЕНИЯ СОСУДА ПРИ ИСПЫТАНИИ	204

ТАБЛИЦА

T-l281	ПРИМЕР КРИТЕРИЕВ РАСЧЕТА ДЛЯ ЗОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ	205

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

I	ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ	206
II	КАЛИБРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ССЫЛКИ.	207
III	СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОСУДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ	207

НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

A	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСПОЛОЖЕНИЮ ДАТЧИКОВ	209
B	ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ	214

СТАТЬЯ 13	**МОНИТОРИНГ НЕПРЕРЫВНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**	215
T-1310	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	215
T-1320	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	215
T-1330	ОБОРУДОВАНИЕ.	216
T-1340	ТРЕБОВАНИЯ	219
T-1350	ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ	220
T-1360	КАЛИБРОВАНИЕ	220
T-1370	КОНТРОЛЬ	221
T-1380	ОЦЕНКА/РЕЗУЛЬТАТЫ	222
T-1390	ОТЧЕТЫ/ПРОТОКОЛЫ	222

РИСУНКИ
Т-1331 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА – СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА АЭ 217
Т-1332.2 ОТКЛИК ВОЛНОВОГО ДАТЧИКА АЭ ИНДУКТИВНО НАСТРОЕННОГО НА 500 КГЦ. 217

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
I КОМПОНЕНТЫ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ 224
II МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ, НЕ ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЯДЕРНЫМ ОБЪЕКТАМ 225
III НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ 227
IV МОНИТОРИНГ ОГРАНИЧЕННОЙ ЗОНЫ 228
V ПРИМЕНЕНИЕ В НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ СРЕДЕ 229
VI ПРИМЕНЕНИЕ АЭ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ УТЕЧКИ 230
VII ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ДЛЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИЕЙ 232

СТАТЬЯ 14 КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯИЯ СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ (НРК) 234
Т-1410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. 234
Т-1420 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ 234
Т-1430 ОБОРУДОВАНИЕ. 235
Т-1440 ТРЕБОВАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ 235
Т-1450 ПРОВЕДЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ДЕМОНСТРАЦИИ 237
Т-1460 КАЛИБРОВАНИЕ 238
Т-1470 КОНТРОЛЬ 238
Т-1480 ОЦЕНКА 240
Т-1490 ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРОТОКОЛЫ 240

ТАБЛИЦЫ
Т-1472.1 ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ЗАДАННОГО КОЛИЧЕСТВА ПРОПУСКОВ ПРИ УСТАНОВЛЕННОМ УРОВНЕ ДОСТОВЕРНОСТИ И ВО 239
Т-1472.2 НЕОБХОДИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ОПЕРАТОРОВ НА ПЕРВОМ ЭТАПЕ И ЦЕЛЕВОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИГОДНОСТИ 240

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
I ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ПО КВАЛИФИКАЦИОННЫМ ИСПЫТАНИЯМ СИСТЕМ НРК 241
II КРИТЕРИИ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ 241

СТАТЬЯ 15 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (ACFMT) 245
Т-1510 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. 245
Т-1520 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 245
Т-1530 ОБОРУДОВАНИЕ. 245
Т-1540 ДРУГИЕ ТРЕБОВАНИЯ. 246
Т-1560 КАЛИБРОВАНИЕ 246
Т-1570 КОНТРОЛЬ 248
Т-1580 ОЦЕНКА 248
Т-1590 ДОКУМЕНТАЦИЯ 248

РИСУНОК
Т-1533 КАЛИБРОВОЧНЫЙ БЛОК ACFMT 247

ТАБЛИЦА
Т-1522 ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ МЕТОДОМ ACFMT 246

СТАТЬЯ 16 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ УТЕЧКИ ТРУБ (MFL) 249
Т-1610 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. 249

T-1620	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	249
T-1630	ОБОРУДОВАНИЕ.	251
T-1640	ТРЕБОВАНИЯ	251
T-1650	КАЛИБРОВАНИЕ	251
T-1660	КОНТРОЛЬ	251
T-1670	ОЦЕНКА	251
T-1680	ДОКУМЕНТАЦИЯ	251
РИСУНКИ		
T-1622.1.1	РАЗМЕРЫ КОНТРОЛЬНОЙ ПЛАСТИН	250
T-1622.1.2	РАЗМЕРЫ КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА ТРУБОПРОВОДОВ ИЛИ ТРУБ	250
ТАБЛИЦА		
T-1623	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ	251
СТАТЬЯ 17	**ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТОДОМ ДИСТАНЦИОННОГО НАВЕДЕНИЯ ПОЛЯ (RFT)**	253
T-1710	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.	253
T-1720	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	253
T-1730	ОБОРУДОВАНИЕ.	253
T-1750	ПРИЕМЫ.	254
T-1760	КАЛИБРОВАНИЕ	254
T-1770	КОНТРОЛЬ	256
T-1780	ОЦЕНКА	256
T-1790	ДОКУМЕНТАЦИЯ	256
РИСУНКИ		
T-1762	КОНТРОЛЬНАЯ ТРУБА С УГЛУБЛЕНИЯМИ (СТАНДАРТНАЯ)	254
T-1763.1(a)	ОТОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ ОТКЛИКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КАНАЛА ДЛЯ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ В СТЕНКЕ (СИГНАЛ ОТ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ) И 20% ПАЗА, ПОКАЗЫВАЮЩИЙ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНУЮ УГЛОВУЮ ВЗАИМОСВЯЗЬ	255
T-1763.1(b)	ОТОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ ОТКЛИКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КАНАЛА ДЛЯ ОПОРНОГО ЛИСТА ТРУБЫ (TSP), 20% УГЛУБЛЕНИЯ И СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ В СТЕНКЕ (СИГНАЛ ОТ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ)	255
T-1763.2	КОНТРОЛЬНАЯ КРИВАЯ И ОТКЛИК СИГНАЛА АБСОЛЮТНОГО КАНАЛА ОТ ДВУХ УГЛУБЛЕНИЙ ПО ДЛИНЕ ОКРУЖНОСТИ И ОПОРНОГО ЛИСТА ТРУБЫ	255
ТАБЛИЦА		
T-1721	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ RFT ОБСЛЕДОВАНИЯ	253
ПОДРАЗДЕЛ В	**ДОКУМЕНТЫ, ПРИНЯТЫЕ РАЗДЕЛОМ V**	259
СТАТЬЯ 22	**ТИПОВОЕ РУКОВОДСТВО ПО РАДИОГРАФИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ**	
SE-94 (ASTM E 94-04)	ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ ЭТАЛОНОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	259
SE-747 (ASTM E 747-97)	СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ	273
SE-999 (ASTM E 999-05)	СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ	289
SE-1025 (ASTM E 1025-05)	СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ	294
SE-1030 (ASTM E 1030-00)	ТИПОВОЙ МЕТОД РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК	301
SE-1114 (ASTM E 1114-03)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ФОКУСА ПРОМЫШЛЕННОГО ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ИРИДИЙ-192	313

SE-1165 (ASTM E 1165-04)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФОКАЛЬНОГО ПЯТНА ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ТРУБОК ПОСРЕДСТВОМ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЧЕРЕЗ ТОЧЕЧНОЕ ОТВЕРСТИЕ ДИАФРАГМЫ	318
SE-1255 [ASTM E 1255-96 (R2002)]	ТИПОВАЯ МЕТОДИКА РАДИОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ	325
SE-1416 (ASTM E 1416-04)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ РЕНТГЕНОСКОПИИ СВАРИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ	341
SE-1647 (ASTM E 1647-03)	СТАНДАРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В РЕНТГЕНОЛОГИИ	346
СТАТЬЯ 23	**СТАНДАРТЫ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ**	
SA-388/SA-388M (ASTM A 388/A 388M-04)	ТРЕБОВАНИЯ К УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ ТЯЖЕЛЫХ СТАЛЬНЫХ ПОКОВОК.	351
SA-435/SA-435M [ASTM A 435/A 435M-90 (R2001)]	ТИПОВАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ НА УЗК СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ ПРЯМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ	359
SA-577/SA-577M [ASTM A 577/A 577M-90 (R2001)]	ТИПОВАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ПО УЗК СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ УГЛОВЫМ ЛУЧОМ	362
SA-578/SA-578M [(ASTM A 578/A 578M-96 (R2001)]	ТИПОВАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ДЛЯ УЗК ПРЯМЫМ ЛУЧОМ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ БЕЗ ПОКРЫТИЯ И ПЛАКИРОВАННЫХ (ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ)	365
SA-609/SA-609M [ASTM A 609/A 609M-91 (R2002)]	ТИПОВАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ОТЛИВОК ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ, НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ И МАРТЕНСИТНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ	371
SA-745/SA-745M [ASTM A 745/A 745M-94 (R2003)]	СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКОВОК ИЗ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ	381
SB-548 (ASTM B 548-03)	СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИСТОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ	387
SE-114 [ASTM E 114-95 (R2005)]	СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЭХО-ИМПУЛЬСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЯМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ	392
SE-213 (ASTM E 213-04)	СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ	397
SE-273 (ASTM E 273-01)	СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОН СВАРНЫХ ШВОВ СВАРНЫХ ТРУБ	409
SE-797 [ASTM E 797-95 (R2001)]	ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ РУЧНЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ЭХО-ИМПУЛЬСНЫМ КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ	414
СТАТЬЯ 24	**СТАНДАРТЫ НА ДЕФЕКТОСКОПИЮ МЕТОДОМ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ**	
SD-129 (ASTM D 129-00)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ (ОБЩИЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ В БОМБЕ)	421
SD-516 (ASTM D 516-02)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ СУЛЬФАТА В ВОДЕ	426
SD-808 (ASTM D 808-00)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРА В СВЕЖИХ И ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАХ (МЕТОД ИСПЫТАНИЯ В БОМБЕ)	431
SD-1552 (ASTM D 1552-03)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ (МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ)	436
SE-165 (ASTM E 165-02)	СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ	444

СТАТЬЯ 25 **СТАНДАРТЫ ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ**
SD-1186 (ASTM D 1186-01) СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СУХОЙ ПЛЕНКИ НЕМАГНИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, НАННОСИМЫХ НА ПОДЛОЖКУ ИЗ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ. 467
SE-709 (ASTM E 709-01) СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ 471

СТАТЬЯ 26 **СТАНДАРТЫ ПО ВИХРЕВОМУ ТОКУ**
SE-243 [ASTM E 243-97 (R2004)] ОБЩЕПРИНЯТАЯ МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО (ВИХРЕТОКОВОГО) КОНТРОЛЯ ТРУБ ИЗ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ 516
SE-2096 (ASTM E 2096-00) ОБЩЕПРИЗНАННАЯ МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ТРУБОК ТЕПЛООБМЕННИКОВ НА МЕСТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО НАВЕДЕНИЯ ПОЛЯ 523

СТАТЬЯ 29 **СТАНДАРТЫ ПО АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**
SE-650 (ASTM E 650-97) СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО МОНТАЖУ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ..... 533
SE-976 (ASTM E 976-00) СТАНДАТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ОТКЛИКА ДАТЧИКА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ..... 536
SE-1211 (ASTM E 1211-02) СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАЛИЧИЯ УТЕЧЕК И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ УСТАНОВЛЕННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ДАТЧИКОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ..... 548
SE-1419 (ASTM E 1419-02b) СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИЕЙ БЕСШОВНЫХ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, НАПОЛНЕННЫХ ГАЗОМ 554

СТАТЬЯ 30 **ТЕРМИНОЛОГИЯ ДЛЯ СТАНДАРТОВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ**
SE-1316 (ASTME1316-02a) СТАНДАРТНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ 562

СТАТЬЯ 31 **СТАНДАРТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**
SE-2261 (ASTM E 2261-03) ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ДЕФЕКТОСКОПИИ СВАРНЫХ ШВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. 609

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ I ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ В КОМИТЕТ ПО КОТЛАМ И СОСУДАМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ 621
ПРИЛОЖЕНИЕ II СТАНДАРТНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИЯХ 623

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
A РУКОВОДСТВО ПО ИСПОЛЬЗВАНИЮ ЕДИНИЦ ТРАДИЦИОННОЙ АМЕРИКАНСКОЙ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ СИ В НОРМАХ И ПРАВИЛАХ ASME НА КОТЛЫ И СОСУДЫ ПОД ДАВЛЕНИЕМ 624

УКАЗАТЕЛЬ 627

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1911 г. Американский институт инженеров-механиков учредил комитет с целью формулирования стандартных правил по изготовлению паровых котлов и прочих сосудов высокого давления. Данный комитет в настоящее время называется Комитет по котлам и сосудам высокого давления.

Функцией комитета является установка правил по технике безопасности, исключительно в отношении герметичности конструкции, с контролем конструкции[1] котлов, сосудов под давлением, транспортных цистерн и компонентов ядерных установок, и контролем в процессе эксплуатации герметичности конструкции компонентов ядерных установок и транспортных цистерн, а также разъяснение данных правил в том случае, если возникают вопросы относительно их назначения. Настоящие Нормы и правила не охватывают прочие вопрос по безопасности конструкций котлов, сосудов высокого давления, транспортных цистерн и компонентов ядерных установок, а также безопасности проведения технического контроля в процессе эксплуатации компонентов ядерных установок и транспортных цистерн. Пользователь настоящих норм и правил должен обращаться к другим нормам и правилам, стандартам, законам, положениям и прочие соответствующим документам. За некоторыми исключениями (при наличии фактических требований) правила не отражают вероятность и последствия износа при использовании особых эксплуатационных жидкостей или внешней рабочей среды. Осознавая это, Комитет утвердил в данном Разделе широкий ряд конструкционных правил, чтобы позволить пользователю или его назначаемому должностному лицу выбирать те правила, которые будут предусматривать износ сосудов высокого давления при эксплуатации с запасом таким образом, чтобы обеспечить достаточно продолжительный, безопасный период пригодности. Соответственно это не означает, что настоящий Раздел должен использоваться в качестве справочника по проектированию; при выборе того ряда правил Норм, которые подходили бы для любой особой эксплуатации или требования, следует проводить техническую оценку.

Настоящие Нормы и правила содержат обязательные требования, особые запреты и необязательные к выполнению рекомендации по постройке. Нормы и правила не подразумевают всех аспектов данных работ, и те аспекты, которые не рассмотрены специально, не должны рассматриваться как запрещенные. Нормы и правила не являются справочником, и не могут заменить подготовку, опыт и техническую оценку. Фраза *техническая оценка* касается технических решений, принятых знающими конструкторами, имеющими опыт в использовании Норм и правил. Техническая оценка должны быть проведена в соответствии с основными принципами Норм и правил, и подобные решения никогда не должны использоваться для отмены обязательных требований или особых запретов Норм и правил.

Комитет признает, что инструменты и методы, используемые для проектирования и анализа, изменяются с ростом технологического прогресса, и предполагает применение инженерами подходящих решений в использовании данных инструментов. Проектант ответственен за соответствие правилам Норм и правил и доказательства соответствия формулам Норм и правил в случае, когда подобные формулы являются обязательными. Нормы и правила не требуют равно, как и не запрещают использования компьютеров для проектирования или анализа компонентов, выполняемых согласно требованиям Норм и правил. Однако конструкторы и инженеры, использующие компьютерные программы для разработки или анализа, должны учесть, что они являются ответственными за все технические допущения свойственные программам, которые они используют, и они отвечают за использование настоящих программ для разработки.

Нормы и правила полностью не передают допуски. В случае если для размеров, величин и прочих параметров не заданы допуски, значение данных параметров рассматривается в качестве номинального, и приемлемые допуски или локальные отклонения могут рассматриваться как допустимые в случае, если они основаны на технической оценке и установившейся практике, как определено проектант.

Комитет по котлам и сосудам высокого давления имеет дело с обслуживанием и осмотром котлов и сосудов высокого давления во время эксплуатации только в пределах предоставления предлагаемых правил по установившейся практике в качестве помощи для владельцев и их инспекторов.

Правила, установленные Комитетом, не должны пониматься как одобрение, рекомендации или подтверждения любой собственной или особой разработки или в качестве ограничения свободы производителя в выборе метода проектирования или формы строительства, которая соответствует правилам Норм и правил.

Комитет по котлам и сосудам высокого давления регулярно собирается для рассмотрения и корректировки правил, введения новых правил ввиду совершенствования технологии, рассмотрения Прецедентов Норм и правил и запросов по интепретации. Только Комитет по котлам и сосудам высокого давления имеет полномочие предоставить официальный перевод данных Норм и правил. Запросы по корректировке, новым правилам, Прецедентам Стандарта или разъяснениям должны направляться Секретарю в письменной форме с полной и подробной информацией, чтобы обеспечить рассмотрение и выполнение действий (см. Обязательное приложение, включающее подготовку технических запросов). Предлагаемые корректировки Норм и правил, являющиеся результатом запросов, будут предоставляться Главному Комитету для соответствующего действия. Действие Главного Комитета вступает в силу только после подтверждения посредством документа голосования Комитета и утверждением ASME.

Предлагаемые корректировки Норм и правил, утвержденные Комитетом, направляются на рассмотрение Американскому национальному институту стандартов и публикуются на сайте *http://cstools.asme.org/wbpms/ public/index.cfm?PublicReview = Revisions,* чтобы получить комментарии от всех заинтересованных лиц. После выделенного время на общественное рассмотрение и окончательного утверждения ASME, корректировки ежегодно публикуются в Приложениях к Нормам и правилам.

Прецеденты Стандарта могут использоваться при разработ-

[1] Слово *Конструкция,* используемая в настоящем Предисловии, всеобъемлющий термин, включающий материалы, проектирование, изготовление, контроль, инспекцию, испытания, сертификацию и сброс давления.

ке компонентов, на которые проставляют клеймо ASME, начиная с момента утверждения ASME.

После того как корректировки Норм и правил утверждены ASME, они могут использоваться, начиная с момента издания, указанного в Приложении. Корректировки, за исключением тех, которые относятся к техническим требованиям по материалам в разделе II, Части A и B, становятся обязательными в течение шести месяцев с момента выпуска, за исключением котлов и сосудов высокого давления, по которым заключен договор до конца шестимесячного периода. Корректировки к техническим требованиям по материалам вносятся Американским обществом по испытаниям материалов (ASTM) и прочими общепризнанными национальными и международными организациями, и обычно принимаются ASME. Однако данные корректировки могут иметь или не иметь какого-либо влияния на применимость материала, изготовленного по более ранним изданиям технических требований, для использования в конструкции ASME. ТУ ASME по материалам, утвержденные для использования в правилах и положениях по конструкциям, перечислены в руководстве по применимым изданиям ASTM в Разделе II, Части A и B. Данный перечень рекомендаций указывает для каждых ТУ последнее издание, утвержденное ASME, предшествующие и более поздние издания, рассмотренные ASME, должны быть идентичными конструкции по ASME.

Комитет по котлам и сосудам высокого давления при формулировании правил и определении максимального расчетного и рабочего давления, рассматривает материалы, конструкцию, методы изготовления, осмотр и защитные устройства.

Комитет Норм и правил не определяет, должен ли или не должен компонент быть построен по положениям Норм и правил. Сфера применения каждого раздела была установлена для определения компонентов и параметров, рассматриваемых Комитетом во время формулирования правил Норм.

Вопросы относительно соответствия особого компонента правилам Норм должны направляться владельцу сертификата ASME (Изготовителю). Запросы относительно интерпретации Норм и правил должны направляться Комитету ASME по котлам и сосудам высокого давления.

ASME следует извещать о возникающих вопросах относительно ненадлежащего использования символа стандарта ASME.

ТУ по материалам, представленные в Разделе II идентичны или подобны тем спецификациям, которые опубликованы ASTM, AWS и другими общепризнанными национальными и международными организациями. В случае, если в ТУ по материалам ASME приведена ссылка на ТУ не принадлежащей ASME спецификации, для которой существует спецификация компании ASME, ссылка должна пониматься как применяемая к спецификации ASME по материалам. Не все материалы, включенные в данную спецификацию по материалам в Разделе II, были адаптированы для использования Нормами и правилами. Применение ограничено теми материалами и марками, которые приняты, по меньшей мере, в одном из прочих разделов Норм и правил для использования согласно правилам того Раздела. Все материалы, утвержденные данными различными разделами и используемые для конструкции в пределах сферы применения правил, должны быть поставлены в соответствии со спецификациями по материалам, содержащимися в разделе II или приведенными в качестве примечания в Руководстве по применяемым ASTM изданиям в Разделе II, Части A и B, за исключением тех случаев, когда иное представлено в прецеденте Норм и правил или в соответствующем Разделе Норм и правил. Материалы, включенные в данную спецификацию, приемлемы для использования по положениям, включенным в Разделы Норм и правил только в такой степени, которая указанна в соответствующем Разделе. Материалы по Нормам и правилам предпочтительно должны быть заказаны, выпущены и зафиксированы в документах следующим образом; Рекомендации по приемлемым изданиям ASTM в Разделе II, Часть A и Рекомендации по приемлемым изданиям ASTM в Разделе II, Часть B, список изданий ASME и даты спецификаций, которые отвечают требованиям ASME и которые могут использоваться в конструкции по Нормам и правилам. Материалы, изготовленные по применяемой спецификации наряду с требованиями, отличающимися от требований соответствующей спецификации, перечисленными в руководстве для приемлемых изданий ASTM в Части A или Части B, могут также использоваться в соответствии с вышеуказанным, при условии, что изготовитель материалов или сосудов доказывает, приемлемо для уполномоченного инспектора, что соответствующие требования спецификаций, перечисленные в Руководстве для приемлемых ASTM изданий в Части A или части B, были выполнены. Материалы, изготовленные по приемлемой спецификации, не ограничены в отношении страны происхождения.

В случае требования по контексту в данном разделе, единственное число должно интерпретироваться как множественное и наоборот; и женский, мужской или средний род должен рассматриваться в качестве другого соответствующего рода.

ПРОГРАМНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИМВОЛОВ НОРМ И ПРАВИЛ И ОДОБРЕНИЕ НОРМ И ПРАВИЛ В ОТНОШЕНИИ РЕКЛАМЫ

Общество ASME учредило процедуры разрешения компетентным организациям выполнять различные работы в соответствии с правилами и положениями по котлам и сосудам высокого давления ASME. Целью Общества является обеспечение узнавания уполномоченных организаций. Организация, имеющая полномочие выполнять работы в соответствии с требованиями Норм и правил, может излагать данную возможность в рекламной литературе.

Организации, которые уполномочены использовать символику стандарта для пометки изделий или конструкций, изготовленных и обследованных в соответствии с правилами и положениями ASME по котлам и сосудам высокого давления, получают свидетельства одобрения. Целью общества является сохранение обозначения символа стандарта для удобства пользователей, исполнительной юрисдикции и обладателей символов, которые соответствуют всем требованиям.

Основываясь на данных задачах, для использования в рекламе факсимильных символов, свидетельств одобрения и ссылок на Нормы и правила была учреждена следующая политика. Американский институт инженеров-механиков не «утверждает», не «подтверждает», не «оценивает» и не «одобряет» любое изделие, конструкцию или работу и не должно существовать заявлений или выводов, которые могли бы указывать на подобное. Организация, владеющая символом стандарта и/или сертификатом одобрения, может утверждать в рекламной литературе, что изделия, конструкции, или работы созданы (изготовлены или представлены) или работы проведены в соответствии с требованиями правил и положений ASME по котлам и сосудам высокого давления», или «отвечают требованиям правил и положений ASME по котлам и сосудам высокого давления».

Символ ASME должен использоваться только для штамповки и заводских табличек, как особым образом представлено в стандарте. Однако факсимильные надписи могут использоваться с целью стимулирования использования подобной конструкции. Такое применение может быть представлено объединением или обществом или владельцем символа стандарта, который также может использовать факсимильные надписи в рекламе, чтобы показать, что определенные изделия будут иметь данное обозначение. Общее использование допустимо только в случае, если все изделия производителя изготовлены в соответствии с правилами.

Логотип ASME, который представляет собой клеверный лист с буквами ASME внутри, не должен использоваться другой организацией, кроме как ASME.

ПРОГРАМНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКИРОВКИ ASME ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Нормы и правила ASME по котлам и сосудам высокого давления предоставляют правила по постройке котлов, сосудов высокого давления и ядерных компонентов. Сюда включены требования по материалам, разработке, производству, испытаниям, осмотру и штамповке. Изделия, изготовленные согласно всем соответствующим правилам Норм и правил, отождествляются с официальной печатью символа стандарта, описанной в основном разделе Стандарта.

Маркировка такая как «ASME», «ASME Standard», или другие маркировки, включающие «ASME» или другие различные Символы стандарта, не должна использоваться на любом изделии, которое не построено в соответствие со всеми соответствующими требованиями Стандарта.

Изделия не должны быть описаны по протоколу представления данных ASME, ни в каких подобных формах по ASME, которые подразумевают, что все требования Норм и правил были выполнены, тогда как в действительности они не были выполнены. Формы протоколов представления данных, включающие позиции, которые полностью не соответствуют требованиям ASME, не должны относиться к ASME, или же они должны точно определить все исключения к требованиям ASME.

ПЕРСОНАЛ

Подкомитеты, Подгруппы и Рабочие группы ASME по Котлам и Сосудам под давлением

На 1 января 2008г.

ОСНОВНОЙ КОМИТЕТ

J. G. Feldstein, *Председатель*
T. P. Pastor, *Зам. пред.*
J. S. Brzuszkiewicz, *Нач. секретариата*
R. W. Barnes
R. J. Basile
J. E. Batey
D. L. Berger
M. N. Bressler
D. A. Canonico
R. P. Deubler
D. A. Douin
R. E. Gimple
M. Cold
T. E. Hansen
C. L. Hoffmann
G. G. Karcher
D. F. Landers
W. M. Lundy
J. R. MacKay
U. R. Miller
P. A. Molvie
C. C. Neely
W. E. Norris
G. C. Park
M. D. Rana
B. W. Roberts
F. J. Schaaf, Мл..
A. Selz
R. W. Swayne
D. E. Tanner
F. B. Kovacs, *Участник-дублер*
K. Oyamada, *Делегат*
T. Tahara, *Делегат*

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ (ОСНОВНОЙ КОМИТЕТ)

T. P. Pastor, *Председатель*
J. G. Feldstein, *Зам. пред.*
J. S. Brzuszkiewicz, *Нач. секретариата*
R. W. Barnes
D. L Berger
P. D. Edwards
M. Gold
G. G. Karcher
G. C. Park
A. Selz
D. E. Tanner

ПОЧЕТНЫЕ УЧАСТНИКИ (ОСНОВНОЙ КОМИТЕТ)

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

КОМИТЕТ НАГРАЖДЕНИЯ И ПРИСУЖДЕНИЯ ПРЕМИЙ

M. Gold, *Председатель*
F. E. Gregor, Зам. пред.
D. R. Sharp, *Нач. секретариата*
R. J. Basile
J. E. Batey
D. L. Berger
J. G. Feldstein
W. L Haag, Мл..
S. F. Harrison, Мл..
R. M. Jessee
W. C LaRochelle
T. P. Pastor
A. Selz
R. R. Stevenson

СОВЕЩАТЕЛЬНАЯ ГРУППА ПО МОРСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

H. N. Patel, *Председатель*
L. W. Douthwaite
P. E. Little
R. J. Petow

СОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

D. A. Douin — Иллиноис *(Председатель)*
R. D. Reetz — Сев. Дакота *(Зам. пред.)*
D. E. Tanner — Огайо *(Секретарь)*
R. J. Aben, Мл.. — Мичиган
J. S. Aclaro — Калифорния
A. E. Adkins — Зап. Вирджиния
J. T. Amato — Миннесота
E. A. Anderson — Иллиноис
F. R. Andrus — Орегон
B. P. Anthony — Род-Айленд
R. D. Austin — Аризона
E. W. Bachellier — Нунавут, Канада
M. M. Barber — Мичиган
R. W. Bartlett — Аризона
F. P. Barton — Вирджиния
M. Bishop — Брит. Колумбия Канада
L. Blair — Небраска
W. K. Brigham — Нью-Гемпшир
D. E. Burns — Небраска
J. H. Burpee — Мэн
C. J. Castle — Новая Шотландия, Канада
D. C, Cook — Калифорния
R. A. Coomes — Кентукки
D. Eastman — о-ва Ньюфаундленд и Лабрадор, Канада
G. L. Ebeyer — Луизиана
E. Everett — Джорджия
J. M. Given, Мл.. — Северная Каролина
J. E. Guerra — Аризона
R. J. Handy — Кентукки
J. B, Harlan — Делавэр
K. Hynes — Остров Принца Эдуарда, Канада
D. T. Jagger — Огайо
D. J. Jenkins — Канзас
A. P. Jones — Техас
S. Katz — Британская Колумбия, Канада
M. R. Klosterman — Айова
M. Kotb — Квебек, Канада
B. Krasiun — Саскачеван, Канада
K. T. Lau — Альберта, Канада
M. A. Malek — Флорида
G. F. Mankel — Невада
R. D. Marvin II — Вашингтон
1. W. Mault — Манитоба, Канада
H. T. McEwen — Миссисипи

СОВЕЩАТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ (ПРОД-Е)

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

ПРОЕКТНАЯ ГРУППА BPV ПО ЦИСТЕРНАМ С ВОДОРОДОМ

M. D. Rana, *Председатель*
G. M. Eisenberg, *Нач. секретариата*
F. L. Brown
D. A. Canonico
D. C Cook
J. W. Felbaum
B. D. Hawkes
T. Joseph
N. L. Newhouse
G. B. Rawls, мл..
B. F. Shelley
J. R. Sims, мл.
N. Sirosh
J. H. Smith
S. Staniszewski
T. Tahara
D. W. Treadwell
E. Upitis
C. T. L Webster
L. Wolpert
R. C Biel, *чл.-корр.*
J. Birdsall, *чл.-корр.*
J. Cameron, *чл.-корр.*
M. Duncan, *чл.-корр.*
D. R. Frikken, *чл.-корр.*
L. E. Hayden, мл., *чл.-корр.*
K. T. Lau, *чл.-корр.*
K. Oyamada, *чл.-корр.*
C. H. Rivkin, *чл.-корр.*
C. San Marchi, *чл.-корр.*
B. Somerday, *чл.-корр.*

ГРУППА УЧЕТА МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНТЕРЕСОВ

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

ПОДКОМИТЕТ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОТЛАМ (SC 1)

D. L. Berger, *Председатель*
B. W. Roberts, *Зам. пред.*
U. D'Urso, *Секретарь*
S. W. Cameron
D. A. Canonico
K. K. Coleman
P. D. Edwards
J. G. Feldstein
J. D. Fishburn
T. E. Hansen
J. F. Henry
J. S. Hunter
C. F. Jeerings
J. P. Libbrecht
W. L. Lowry
J. R. MacKay
F. Massi
T. C. McGough
R. E. McLaughlin
P. A. Molvie
Y. Oishi
J. T. Pillow
R. D. Schueler, мл.
J. P. Swezy, мл.
J. M. Tanzosh
R. V. Wielgoszinski
D.J.Willis
G. Ardizzoia, *Делегат*

Почетные члены (sc 1)

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

Подгруппа по проектированию (SC 1)

P. A. Molvie, *Председатель*
G. L. Hiler, *Секретарь*
J. D. Fishburn
J. P. Glaspie
C. F. Jeerings
G. B. Komora
J. P. Libbrecht
J. C. Light
B. W. Moore
R. D. Schueler, мл.
J. L. Seigle
J. P. Swezy, мл.
S. V. Torkildson
J. Vattappilly
G. Ardizzoia, *Делегат*

Подгруппа по монтажу и контролю (SC 1)

J. T. Pillow, *Председатель*
G. W. Galanes, *Секретарь*
J. L Arnold
D. L. Berger
S. W. Cameron
J. Hainsworth
T. E. Hansen
C. T. McDaris
T. C. McGough
R. E. McLaughlin
Y. Oishi
J. P. Swezy, мл.
R. V. Wielgoszinski

Подгруппа по общим требованиям (SC 1)

R. E. McLaughlin, *Председатель*
F. Massi, *Секретарь*
G. Cook
P. D. Edwards
T. E. Hansen
W. L. Lowry
T. C. McGough
E. M. Ortman
J. T. Pillow
D. Tompkins
S. V. Torkildson
R. V. Wielgoszinski
D.J.Willis

Подгруппа по материалам (SC 1)

B. W. Roberts, *Председатель*
J. S. Hunter, *Секретарь*
D. A. Canonico
K. K. Coleman
P. Fallouey
J. D. Fishburn
G. W. Galanes
K. L. Hayes
J. F. Henry
J. P. Libbrecht
J. R. MacKay
F. Masuyama
J. M. Tanzosh

Подгруппа по трубопроводам (SC 1)

T. E. Hansen, *Председатель*
D. Tompkins, *Секретарь*
D. L. Berger
P. D. Edwards
G. W. Galanes
W. L. Lowry
F. Massi
T. C. McGough
E. A. Whittle

Группа задач по теплоутилизационным парогенераторам (SC 1)

T. E. Hansen, *Председатель*
E. M. Ortman, *Секретарь*
R. W. Anderson
J. P. Bell
L. R. Douglas
J. D. Fishburn
G. B. Komora
J. P. Libbrecht
D. L. Marriott
B. W. Moore
A. L. Plumley
R. D. Schueler, мл.
J. C. Steverman, мл.
S. R. Timko
D. Tompkins
S. V. Torkildson
B. C. Turczynski
E. A. Turhan

ПОДКОМИТЕТ ПО МАТЕРИАЛАМ (SC II)

J. F. Henry, *Председатель*
M. Gold, *Зам. пред.*
N. Lobo, *Нач. секретариата*
F.Abe
D. C. Agarwal
W. R. Apblett, мл.
A. Appleton
M. N. Bressler
H. D. Bushfield
J. Cameron
D. A. Canonico
A. Chaudouet
P. Fallouey
D. W. Gandy
M. H. Gilkey
J. F. Grubb
C. L. Hoffmann
M. Katcher
P. A. Larkin
F. Masuyama
R. K. Nanstad
M. L. Nayyar
E. G. Nisbett
D. W. Rahoi
B. W. Roberts
E. Shapiro
M. H. Skillingberg
R. C. Sutherlin
R. W. Swindeman
J. M. Tanzosh
B. E. Thurgood
D. Kwon, *Делегат*
O. Oldani, *Делегат*

Почетные участники (SC II)

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

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

R. W. Mikitka, *Председатель*
J. A. A. Morrow, *Секретарь*
L. F. Campbell
D. S. Griffin
J. F. Grubb
M. Katcher
D. L. Kurle
E. Michalopoulos
D. Nadel
C. H. Sturgeon

Подгруппа по ТУ для черных металлов (SC II)

E. G. Nisbett, *Председатель*
A. Appleton, *Зам. пред.*
R. M. Davison
B, M. Dingman
M. J. Dosdourian
T. Graham
J. F. Grubb
K. M. Hottle
D. S. Janikowski
D. C. Krouse
L. j. Lavezzi
W. C. Mack
j. K. Mahaney
R. J. Marciniec
A. S. Melilli
K. E. Orie
E. Upitis
R. Zawierucha
A. W. Zeuthen

Подгруппа по международным спецификациям на материалы (SC II)

W. M. Lundy, *Председатель*
A. Chaudouet *Зам. пред.*
D. Dziubinski, *Секретарь*
D. C. Agarwal
H. D. Bushfield
D. A. Canonico
P. Fallouey
A. F. Garbolevsky
D. O. Henry
M. Higuchi
H. Lorenz
A. R. Nywening
R. D. Schueler, мл.
E. Upitis
D. Kwon, *Делегат*
O. Oldani, *Делегат*

Подгруппа по цветным сплавам (SC II)

M. Katcher, *Председатель*
R. C. Sutherlin, *Секретарь*
D. C. Agarwal
W. R. Apblett, мл.
H. D. Bushfield
M. H. Gilkey
J. F. Grubb
A. Heino
G. C Hsu
J. Kissell
P. A. Larkin
H. Matsuo
J. A. McMaster
D. T. Peters
D. W. Rahoi
E. Shapiro
M. H. Skillingberg
D. Tyler
R. Zawierucha

Подгруппа по прочности, сплавы черных металлов (SC II)

C. L. Hoffmann, *Председатель*
J. M. Tanzosh, *Секретарь*
F.Abe
W. R. Apblett, мл.
D. A. Canonico
K. K. Coleman
P. Fallouey
M. Gold
J. F. Henry
K. Kimura
F. Masuyama
H. Matsuo
H. Murakami
D. W. Rahoi
B. W. Roberts
M. S. Shelton
J. P. Shingledecker
R. W. Swindeman
B. E. Thurgood
T. P. Vassallo, мл.

Подгруппа по физическим свойствам (SC II)

J. F. Grubb, *Председатель*
D. C Agarwal
H. D. Bushfield
P. Fallouey
E. Shapiro

Подгруппа по прочности сварных узлов (SC II & SC IX)

J. M. Tanzosh, *Председатель*
W. F. Newell, мл., *Секретарь*
K. K. Coleman
P. D. Flenner
D. W. Gandy
K. L. Hayes
J. F. Henry
D. W. Rahoi
B. W. Roberts
J. P. Shingledecker
W. J. Sperko
B. E. Thurgood

Подгруппа по ударной вязкости (SC II & SC VIII)

W. S. Jacobs, *Председатель*
J. L. Arnold
R. J. Basile
J. Cameron
H. E. Gordon
D. C. Lamb
K. Mokhtarian
C. C. Neely
T. T. Phillips
M. D. Rana
F. L. Richter
D. A. Swanson
E. Upitis
K. Oyamada, *Делегат*

Специальная рабочая группа по неметаллическим материалам (SC II)

C. W. Rowley, *Председатель*
F. L. Brown
S. R. Frost
M. Golliet
P. S. Hill
M. R. Kessler
J. W. Wegner
F. Worth

ПОДКОМИТЕТ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ (SC III)

R. W. Barnes, *Председатель*
R. M. Jessee, *Зам. пред.*
C. A. Sanna, *Нач. секретариата*
W. H. Borter
M. N. Bressler
T. D. Burchell
J. R. Cole
R. E. Cornman, мл.
R. P. Deubler
B. A. Erler
G. M. Foster
R. S. Hill III
C. L Hoffmann
C C Kim
V. Kostarev
D. F. Landers
W. C. LaRochelie
K. A. Manoly
E, A. Mayhew
W. N. McLean
M. N. Mitchell
D. K. Morton
O. O. Oyamada
R. F. Reedy
B. B. Scott
J. D. Stevenson
K. R. Wichman
Y. H. Choi, *Делегат*
T. lus, *Делегат*

Почетные участники (SC III)

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

Подгруппа по локализационным система отработанного ядерного топлива и туп для высокоактивных отходов (SC III)

G. M. Foster, *Председатель*
G. J. Solovey, *Зам. пред.*
D. K. Morton, *Секретарь*
G. Bjorkman
W. H. Borter
G. R. Cannel!
E. L. Farrow
]. L. Gorczyca
R. S. Hill III
D. W. Lewis
C G. May
P. E. McConnell
I. D. Mclnnes
A. B. Meichler
R. E. Nickell
E. L. Pleins
T. Saegusa
H. P. Shrivastava
N. M. Simpson
R. H. Smith
J. D. Stevenson
C. J. Tern us
A. D. Watkins

Подгруппа по проектированию (SC III)

R. P. Deubler, *Председатель*
R. S. Hill III, *Зам. пред.*
A. N. Nguyen, *Секретарь*
T. M. Adams
M. N. Bressler
C W. Bruny
D. L Caldwell
J. R. Cole
R. E. Cornman, мл.
A. A. Dermenjian
P. Hirschberg
R. L. Jetter
R. B. Keating
J. F. Kielb
H. Kobayashi
D. F. Landers
K. A. Manoly
R. J. Masterson
W. N. McLean
J. C. Minichiello
M. Morishita
F. F. Naguib
T. Nakamura
E. L. Pleins
I. Saito
G. C. Slagis
J. D. Stevenson
J. P. Tucker
K. R. Wichman
T. lus, *Делегат*

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

R. J. Masterson, *Председатель*
F. J. Birch, *Секретарь*
U. S. Bandyopadhyay
R. P. Deubler
W. P. Golini
A. N. Nguyen
I. Saito
J. R. Stinson
T. G. Terryah
D. V. Walshe
C.-l. Wu

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

J. F. Kielb, *Председатель*
F. G. Al-Chammas
J. T. Land
J. F. Muliooly

Рабочая Группа по Методологии Проектирования (SG-D)

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

Рабочая группа по конфайментам 3 контура (SG-D) (SC III)

E. L. Pleins, *Председатель*
G. Bjorkman
J. L. Gorczyca
D. W. Lewis
I. D. Mclnnes
J. C. Minichiello
D. K. Morton
R. E. Nickell
H. P. Shrivastava
C. J. Temus

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

P. Hirschberg, *Председатель*
R. C. Fung, *Секретарь*
G. A. Antaki
C. Basavaraju
J. Catalano
J. R. Cole
R. J. Gurdal
R. W. Haupt
J. Kawahata
R. B. Keating
V. Kostarev
D. F. Landers
J. F. McCabe
J. C Minichiello
A. N. Nguyen
R. D. Patel
E. C. Rodabaugh
N.J. Shah
M. S. Sills
G. C. Slagis
E. A. Wais
C.-l. Wu

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

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

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

R. E. Cornman, мл., *Председатель*
M. D. Eftychiou
A. A. Fraser
R. Ghanbari
M. Higuchi
C. J. Jerz
J. W. Leavitt
J. E. Livingston
J. R. Rajan
A. G. Washburn

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

J. P. Tucker, *Председатель*
G. A. Jolly
W. N. McLean
T. A. McMahon
J. D. Page
S. N. Shields
H. R. Sonderegger
J. C. Tsacoyeanes

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

F. F. Naguib, *Председатель*
G. K. Miller, *Секретарь*
C. W. Bruny
G. D. Cooper
M. Hartzman
W. J. Heilker
A. Kalnins
R. B. Keating
K. Matsunaga
D. E. Matthews
M. Nakahira
R. M. Wilson

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

W. Z. Novak, *Председатель*
R. S. Hill III
C L. Hoffmann
Y. H. Choi, *Делегат*

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

W. C. LaRochelle, *Председатель*
A. Appleton, *Секретарь*
J. R. Berry
J. V. Gardiner
W. P. Golini
G. L Hollinger
C. A. Lizotte
E. A. Mayhew
R. P. Mclntyre
R. D. Mile
M. R. Minick
B. B. Scott
H. K. Sharma
W. K. Sowder, мл.
D. M. Vickery
D. V. Walshe
H. Michael, *Делегат*

Подгруппа по материалам, монтажу и контролю (SC III)

C. L. Hoffmann, *Председатель*
G. P. Milley, *Секретарь*
W. H. Borter
D. M. Doyle
G. M. Foster
G. B. Georgiev
R. M. Jessee
C. C. Kim
M. Lau
H. Murakami
M. Nakahira
N. M. Simpson
W. J. Sperko
J. R. Stinson
K. B, Stuckey
A. D. Watkins
H. Michael, *Делегат*

Подгруппа по разгрузке давления (SC III)

S. F, Harrison, мл., *Председатель*
J. F. Ball
E. M. Petrosky
A. L. Szeglin
D. G. Thibault

Подгруппа по Стратегии и Управлению (SC III, Секции 1 и 2)

R. W. Barnes, *Председатель*
C. A. Sanna, *Нач. секретариата*
J. R. Cole, *Секретарь*
B. K. Bobo
N. Broom
B. A. Erler
C M. Faidy
J. M. Helmey
M. F. Hessheimer
R. S. Hill III
E. V. Imbro
R. M. Jessee
R. F. Reedy
Y. Urabe

Специальная рабочая группа по редактированию и анализу (SC III)

R. F. Reedy, *Председатель*
W. H. Borter
M. N. Bressler
D. L Caldwell
R. P. Deubler
B. A. Erler
W. C LaRochelle
J. D. Stevenson

Специальная рабочая группа по полиэтиленовым трубам (SC III)

D. F. Landers, *Председатель*
J. C. Minichiello, *Секретарь*
T. M. Adams
G. A. Antaki
C. Basavaraju
D. Burwell
J. M. Craig
R. R. Croft
M. Golliet
P. Krishnaswamy
K. A. Manoly
E. W. McElroy
D. P. Munson
L J. Petroff
C. W. Rowley
F. J. Schaaf, мл.
D. M. Vickery

Подгруппа по компонентам активной зоны с графитовым замедлителем (SC III)

T. D. Burchell, *Председатель*
C A. Sanna, *Секретарь*
R. L. Bratton
S.-H. Chi
M. W. Davies
S. W. Doms
S. F. Duffy
O. Gelineau
G. O. Hayner
M. P. Hindley
M. N. Mitchell
N. N. Nemeth
T. Oku
T. Shibata
M. Srinivasan

СОВМЕСТНЫЙ КОМИТЕТ ACI-ASME ПО БЕТОННЫМ ЭЛЕМЕНТАМ ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ ЯДЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ (SC 3C)

T. C. Inman, *Председатель*
A. C. Eberhardt, *Зам. пред.*
C. A. Sanna, *Нач. секретариата*
N. Alchaar
T. D. Al-Shawaf
J. F. Artuso
H. G. Ashar
B. A. Erler
F. Farzam
P. S. Chosal
J. Gutierrez
J. K. Harrold
G. A. Harstead
M. F. Hessheimer
T. E. Johnson
O. Jovall
N.-H. Lee
B. B. Scott
R. E. Shewmaker
J. D. Stevenson
A. Y. C. Wong
M. R. Senecal, *чл.-корр.*

ПОДКОМИТЕТ ПО ОТОПИТЕЛЬНЫМ КОТЛАМ (SC IV)

P. A. Molvie, *Председатель*
G. Moino, *Нач. секретариата*
T. L. Bedeaux
J. Calland
J. P. Chicoine
C. M. Dove
W. L. Haag, мл.
J. A. Hall
D. J. Jenkins
K. M. McTague
B. W. Moore
E. A. Nordstrom
T. M. Parks
J. L. Seigle
R. V. Wielgoszinski
F. P. Barton, *Почетный участник*
R. H. Weigel, *Почетный участник*
H. Michael, *Делегат*

Подгруппа по безопасности и работе отопительных котлов (SC IV)

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

Подгруппа по чугунным котлам (SC IV)

K. M. McTague, *Председатель*
T. L. Bedeaux
J. P. Chicoine
B. G. French
J. A. Hall
A. P. Jones
V. G. Kleftis
J. Kliess
P. A. Larkin
E. A. Nordstrom

Подгруппа по материалам (SC IV)

P. A. Larkin, *Председатель*
J. A. Hall
A. Heino
J. Kliess
J. L. Seigle

Подгруппа по водонагревателям (SC IV)

W. L. Haag, мл., *Председатель*
J. Calland
B. G. French
T. D. Gantt
A. P. Jones
K. M. McTague
O. A. Missoum
F. J. Schreiner
M. A. Taylor
T. E. Trant

Подгруппа по сварным котлам (SC IV)

T. L Bedeaux, *Председатель*
J. Calland
C. M. Dove
B. G. French
A. P. Jones
E. A. Nordstrom
J. L. Seigle
R. V. Wielgoszinski
H. Michael, *Делегат*

ПОДКОМИТЕТ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ (SC V)

J. E. Batey, *Председатель*
F. B. Kovacs, *Зам. пред.*
S. Vasquez, *Секретарь*
S. J. Akrin
J. E. Aycock
M. M. Barber
A. S. Birks
P. L. Brown
N. Y. Faransso
A. F. Garbolevsky
G. W. Hembree
R. W. Kruzic
F. J. Sattler
B. H. Clark, мл.,*Почетный участник*
H. C. Graber, *Почетный участник*
O. F. Hedden, *Почетный участник*
J. R. MacKay, *Почетный участник*
T. G. McCarty, *Почетный участник*
G. M. Gatti, *Делегат*

Подгруппа по общим требованиям/аттестации персонала запросам (SC V)

F. B. Kovacs, *Председатель*
J. E. Batey
A. S. Birks
N. Y. Faransso
G. W. Hembree
J. W. Houf
J. R. MacKay
J. P. Swezy, мл.

Подгруппа по методам контроля поверхности(SC V)

A. S. Birks, *Председатель*
S. J. Akrin
P. L. Brown
N. Y. Faransso
N. A. Finney
G. W. Hembree
R. W. Kruzic
F. J. Sattler
G. M. Gatti, *Делегат*

Подгруппа по объемным методам (SC V)

G. W. Hembree, *Председатель*
S. J. Akrin
J. E. Aycock
J. E. Batey
P. L. Brown
N. Y. Faransso
A. F. Garbolevsky
R. W. Hardy
R. A. Kellerhall
F. B. Kovacs
R. W. Kruzic
A. B. Nagel
F. J. Sattler
G. M. Gatti, *Делегат*

Рабочая группа по акустической эмиссии (SG-VM) (SC V)

N. Y. Faransso, *Председатель*
J. E. Aycock
J. E. Batey

Рабочая группа по радиографии (SG-VM) (SC V)

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

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

R. W. Kruzic, *Председатель*
J. E. Aycock
N. Y. Faransso
N. A. Finney
O. F. Hedden
R. A. Kellerhall
M. D. Moles
A. B. Nagel
F. J. Sattler

ПОДКОМИТЕТ ПО СОСУДАМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (SC VIII)

T. P. Pastor, *Председатель*
U. R. Miller, *Зам. пред.*
S. J. Rossi, *Секретарь*
D. R. Sharp, *Секретарь*
R. J. Basile
J. Cameron
D. B. Demichael
J. P. Glaspie
M. Gold
W. S. Jacobs
G. G. Karcher
K. T. Lau
J. S. Lee
R. Mahadeen
S. Malone
R. W. Mikitka
K. Mokhtarian
C. C. Neely
T. W. Norton
D. T. Peters
M. J. Pischke
M. D. Rana
G. B. Rawls, мл.
S. C. Roberts
C. D. Rodery
A. Selz
J. R. Sims, мл.
K. K. Tarn
E. Upitis
E. L. Thomas, мл., *Почетный участник*
H. Michael, *Делегат*
K. Oyamada, *Делегат*
M. Papponetti, *Делегат*

Подгруппа по проектированию (SC VIII)

U. R. Miller, *Председатель*
M. D. Lower, *Секретарь*
O. A. Barsky
R. J. Basile
M. R. Breach
F. L. Brown
J. R. Farr
C. E. Hinnant
W. S. Jacobs
R. W. Mikitka
K. Mokhtarian
T. P. Pastor
M. D. Rana
G. B. Rawls, мл.
S. C. Roberts
C. D. Rodery
A. Selz
S. C, Shah
J. C. Sowinski
C. H. Sturgeon
D. A. Swanson
K. K. Tarn
E. L. Thomas, мл.
J. Vattappilly
R. A. Whipple
K. Oyamada, *Делегат*
M. Papponetti, *Делегат*

Подгруппа по монтажу и обследованию (SC VIII)

C. D. Rodery, *Председатель*
J. L. Arnold
L. F. Campbell
H. E. Gordon
W. S. Jacobs
D. J. Kreft
D. C. Lamb
J. S. Lee
B. R. Morelock
M. J. Pischke
M. J. Rice
B. F. Shelley
J. P. Swezy, мл.
K. Oyamada, *Делегат*

Подгруппа по Общим Требованиям (SC VIII)

S. C. Roberts, *Председатель*
D. B. Demichael, *Секретарь*
R. J. Basile
D. T. Davis
J. P. Glaspie
K. T. Lau
M. D. Lower
C. C Neely
A. S. Olivares
F. L. Richter
D. B. Stewart
D. A. Swanson
K. K. Tarn
K. Oyamada, *Делегат*

Подгруппа по оборудованию для передачи тепла (SC VIII)

R. Mahadeen, *Председатель*
G. Aurioles, *Секретарь*
S. R. Babka
J. H. Barbee
O. A. Barsky
I. G. Campbell
M. D. Clark
J. I. Gordon
M. J. Holtz
F. E. Jehrio
D. L. Kurle
B. J. Lerch
S. Mayeux
U. R. Miller
T. W. Norton
F. Osweiller
R. J. Stastny
S. Yokell
S. M. Caldwell,*Почетный участник*
K. Oyamada, Делегат

Подгруппа по сосудам под давлением (SC VIII)

J. R. Sims, мл., *Председатель*
S. Vasquez, *Секретарь*
L P. Antalffy
R. C. Biel
D. J. Burns
P, N. Chaku
R. D. Dixon
D. M. Fryer
A. H. Honza
M. M. James
P. Jansson
J. A. Kapp
J. Keltjens
D. P. Kendall
A. K. Khare
M. D. Mann
S. C. Mordre
G. J. Mraz
H. N. Patel
E. H. Perez
D. T. Peters
E. D. Roll
F. W. Tatar
S. Terada
R. Wink
K. Oyamada, *Делегат*

Подгруппа по материалам (SC VIII)

J. Cameron, *Председатель*
E. E. Morgenegg, *Секретарь*
D. C. Agarwal
J. F. Grubb
M. Katcher
W.M. Lundy
E. G. Nisbett
D. W. Rahoi
R. C. Sutherlin
E. Upitis
K. Oyamada, *Делегат*

Специальная рабочая группа по графитовому оборудованию, работающему под давлением (SC VIII)

S. Malone, *Председатель*
U. D'Urso, *Секретарь*
F. L. Brown
B. Lukasch
M. R. Minick
E. Soltow
A. A. Stupica

Специальная рабочая группа по сосудам высокого давления (SC VIII)

S. Vasquez, *Нач. секретариата*

Группа задач по сосудам с импульсной нагрузкой (SC VIII)

R. E. Nickell, *Председатель*
G. A. Antaki
D. D. Barker
R. C. Biel
D. W. Bowman
D. L. Caldwell
A. M. Clayton
J. E. Didlake, мл.
T. A. Duffey
R. Forgan
B. L. Haroldsen
H. L. Heaton
E. A. Rodriguez
J. R. Sims, мл.

ПОДКОМИТЕТ ПО СВАРКЕ (SC IX)

J. G. Feldstein, *Председатель*
W. J. Sperko, *Зам. пред.*
J. D. Wendler, *Нач. секретариата*
D. A. Bowers
R. K. Brown, мл.
M. L. Carpenter
L. P. Connor
P. D. Flenner
R. M. Jessee
J. S. Lee
W. M. Lundy
B. R. Newmark
A. S. Olivares
M. J. Pischke
S. D. Reynolds, мл.
M. J. Rice
M. B. Sims
G. W. Spohn III
M. J. Stanko
P. L. Van Fosson
R. R. Young

Подгруппа по пайке (SC IX)

M. J. Pischke, *Председатель*
E. W. Beckman
L. F. Campbell
M. L. Carpenter
A. F. Garbolevsky
C. F. Jeerings
J. P. Swezy, мл.

Подгруппа по общим требованиям (SC IX)

B. R. Newmark, *Председатель*
E. W. Beckman
P. R. Evans
R. M. Jessee
A. S. Olivares
H. B. Porter
P. L. Sturgill
K. R. Willens
E. Molina, *Делегат*

Подгруппа по Материалам (SC IX)

M. L. Carpenter, *Председатель*
J. L. Arnold
M. Bernasek
L. P. Connor
R. M. Jessee
C. C Kim
T. Melfi
S. D. Reynolds, мл.
C. E. Sainz
W. J. Sperko
M. J. Stanko
R. R. Young
V. Giunto, *Делегат*

Подгруппа по аттестации качества работы (SC IX)

D. A. Bowers, *Председатель*
V. A. Bell
L. P. Connor
R. B, Corbit
P. R. Evans
P. D. Flenner
K. L. Hayes
J. S. Lee
W. M. Lundy
M. B. Sims
G. W. Spohn III

Подгруппа по квалификации процедуры (SC IX)

D. A. Bowers, *Председатель*
M. J. Rice, *Секретарь*
M. Bernasek
R. K. Brown, мл.
A. S. Olivares
S. D. Reynolds, мл.
M. B. Sims
W. J. Sperko
S. A. Sprague
J. P. Swezy, мл.
P. L. Van Fosson
T. C. Wiesner
E. Molina, *Делегат*

ПОДКОМИТЕТ ПО ПЛАСТИЧЕСКИМ СОСУДАМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, АРМИРОВАННЫМ ВОЛОКНОМ (SC X)

D. Eisberg, *Председатель*
P.J. Conlisk, *Зам. пред.*
S. Vasquez, *Нач. секретариата*
F. L. Brown
j. L Bustillos
T. W. Cowley
T. J. Fowler
D. H. Hodgkinson
L E. Hunt
D. L. Keeler
B. M. Linnemann
D. J. Painter
D. J. Pinell
G. Ramirez
J. A. Rolston
B. F. Shelley
F. W. Van Name
D. O. Yancey, мл.
P. H. Ziehl

ПОДКОМИТЕТ ПО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЮ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ (SC XI)

G. C. Park, *Председатель*
R. W. Swayne, *Зам. пред.*
R. L. Crane, *Нач. секретариата*
W. H. Bamford, мл.
R. C. Cipolla
D. D. Davis
R. L. Dyle
E. L. Farrow
R. E. Gimple
F. E. Gregor
K. Hasegawa
D. O. Henry
R. D. Kerr
S. D. Kulat
G. L. Lagleder
D. W. Lamond
J. T. Lindberg
B. R. Newton
W. E. Norris
K. Rhyne
W. R. Rogers III
D. A. Scarth
F. J. Schaaf, мл.
J. C. Spanner, мл.
J. E. Staffiera
G. L. Stevens
E. W. Throckmorton III
D. E. Waskey
R. A. West
C. J. Wirtz
C. S. Withers
R. A. Yonekawa
K. K. Yoon
T. Yuhara
Y.-S. Chang, *Делегат*

Исполнительный комитет (SC XI)

R. W. Swayne, *Председатель*
G. C. Park, *Зам. пред.*
R. L. Crane, *Секретарь Нач. секретариата*
W. H. Bamford, мл.
D. D. Davis
R. L Dyle
R. E. Gimple
F. E. Gregor
O. F. Hedden
C. G. McCargar
W. E. Norris
K. Rhyne
F. J. Schaaf, мл.
J. C. Spanner, мл.
E. W. Throckmorton III
R. A. West
R. A. Yonekawa

Почетные участники (SC XI)

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

Подгруппа по стандартам для оценки (SG-ES) (SC XI)

W. H. Bamford, мл., *Председатель*
G. L. Stevens, *Секретарь*
H.-D. Chung
R. C. Cipolla
G. H. De Boo
B. R. Ganta
T. J. Griesbach
K. Hasegawa
D. N. Hopkins
Y. Imamura
K. Koyama
D. R. Lee
H. S. Mehta
J. G. Merkle
K. Miyazaki
S. Ranganath
D. A. Scarth
T.-L. Sham
K. R. Wichman
K. K. Yoon
Y.-S. Chang, *Делегат*

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

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

Рабочая группа по критериям действующих установок (SG-ES) (SC XI)

T. J. Griesbach, *Председатель*
K. R. Baker
W. H. Bamford, мл.
H. Behnke
B. A. Bishop
T. L. Dickson
S. R. Gosselin
M. Hayashi
S. N. Malik
H. S. Mehta
R. Pace
S. Ranganath
W. L. Server
E. A. Siegel
G. L. Stevens
D. P. Weakland
K. K. Yoon

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

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

Подгруппа по НРК (SG-NDE) (SC XI)

J. C Spanner, мл., *Председатель*
G. A. Lofthus, *Секретарь*
T. L Chan
C. B. Cheezem
D. R. Cordes
F. J. Dodd
F. E. Dohmen
M. E. Gothard
D. O. Henry
M. R. Hum
G. L. Lagleder
J. T. Lindberg
G. R. Perkins
A. S. Reed
F. J. Schaaf, мл.
C. J. Wirtz

Рабочая группа по аттестации персонала и контролю поверхностей (визуальный и методом вихревых токов) (SG-NDE) (SC XI)

A. S. Reed, *Председатель*
D. R. Cordes, *Секретарь*
B. L. Curtis
N. Farenbaugh
D. O. Henry
J. W. Houf
J. T. Lindberg
T. R. Lupoid
D. R. Quattlebaum, мл.
D. Spake
J. C. Spanner, мл.
M. C. Weatherly
C. J. Wirtz

Рабочая группа по испытаниям под давлением (SG-WCS) (SC XI)

D. W. Lamond, *Председатель*
J. M. Boughman, *Секретарь*
J. J. Churchwell
G. L Fechter
K. W. Hall
R. E. Hall
A. McNeill III
B. L. Montgomery
E. J. Sullivan, мл.

Рабочая группа по квалификации процедур и объемному контролю (SG-NDE) (SC XI)

M. E. Gothard, *Председатель*
G. R. Perkins, *Секретарь*
M. T. Anderson
C. B. Cheezem
A. D. Chockie
S. R. Doctor
F, J. Dodd
F. E. Dohmen
K. K. Hacker
R. A. Kellerhall
D. Kurek
G, L. Lagleder
G. A. Lofthus
C. E. Moyer
S. A. Sabo
R. V. Swain

Подгруппа по ремонтным работам и замене (SG-RRA) (SC XI)

R. A. Yonekawa, *Председатель*
E. V. Farreil, мл., *Секретарь*
S. B. Brown
R. E. Cantrell
P. D. Fisher
E. B. Gerlach
R. E. Gimple
D. R. Graham
R. A Hermann
K. J. Karwoski
R. D. Kerr
S. L. McCracken
B. R. Newton
J. E. O'Sullivan
W. R. Rogers III
R. R. Stevenson
R. W. Swayne
D. E. Waskey
J. G. Weicks
C S. Withers

Рабочая группа по проектированию и программам (SG-RRA) (SC XI)

E. B. Gerlach, *Председатель*
S. B. Brown, *Секретарь*
O. Bhatty
R. R. Croft
G. G. Elder
E. V. Farrell, мл.
S. K. Fisher
J. M. Gamber
D. R. Graham
G. F. Harttraft
M. A. Pyne
R. R. Stevenson
R. W. Swayne
A. H. Taufique
T. P. Vassal lo, мл.
R. A. Yonekawa

Рабочая группа по сварке и специальным способам ремонта (SG-RRA) (SC XI)

D. E. Waskey, *Председатель*
R. E. Cantrell, *Секретарь*
S. J. Findlan
P. D. Fisher
M. L. Hall
R. A, Hermann
K. J. Karwoski
C. C Kim
M. Lau
S. L. McCracken
B. R. Newton
J. E. O'Sullivan
R, E. Smith
D. J. Tilly
J. G. Weicks
K. R. Willens

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

E. W. Throckmorton III, *Председатель*
J. M. Agold, *Секретарь*
J. M. Boughman
M. L Coats
D. D. Davis
H. Q. Do
E. L. Farrow
M. J. Ferlisi
O. F. Hedden
M. L. Herrera
S. D. Kulat
D. W. Lamond
A. McNeill III
W. E. Norris
D. Song
J. E. Staffiera
H. M. Stephens, мл.
K. B. Thomas
R. A. West
G. E. Whitman
H. L. Graves III, *Участник- дублер*

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

J. E. Staffiera, *Председатель*
H. G. Ashar
S. G. Brown
K. K. N. Chao
R. C. Cox
J. W. Crider
M. J. Ferlisi
D. H. Goche
H. L Graves III
H. T. Hill
R. D. Hough
C. N. Krishnaswamy
D. J. Naus
H. M. Stephens, мл.
W. E. Norris, *Участник-дублер*

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

E. A. Siegel, *Председатель*
D. R. Cordes, *Секретарь*
W. H. Bamford, мл.
J. M. Boughman
M. E. Gothard
R. E. Hall
A. H. Mahindrakar
D. G. Naujock
S. R. Scott
K. B. Thomas
G. E. Whitman
Y. Yuguchi

Рабочая группа по проведению обследования с учетом риска (SG-WCS) (SC XI)

S. D. Kulat, *Председатель*
A. McNeill III, *Секретарь*
J. M. Agold
B. A. Bishop
S. T. Chesworth
C. Cueto-Felgueroso
H. Q. Do
R. Fougerousse
M. R. Graybeal
J. Hakii
K. W. Hall
A. T. Keim
D. W. Lamond
J. T. Lindberg
R. K. Mattu
P. J. O'Regan
N. A. Palm
M. A. Pyne
R. A. West
J. C. Younger

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

K. B. Thomas, *Председатель*
D. Song, *Секретарь*
J. M. Agold
V. L. Armentrout
C. Cueto-Felgueroso
H. Q. Do
R. Fougerousse
M. R. Hum
S. D. Kulat
T. A. Meyer
D. G, Naujock
T. Nomura
C. M. Ross
R. A. West
G. E. Whitman

Рабочая группа по общим требованиям (SC XI)

K. Rhyne, *Председатель*
E. J. Maloney, *Секретарь*
G. P. Alexander
T. L Chan
M. L. Coats
E. L. Farrow
R. K. Mattu
S. R. Scott
G. E. Szabatura
C. S. Withers

Специальная рабочая группа по редактированию и рассмотрению (SC XI)

R. W. Swayne, *Председатель*
C. E. Moyer
K. R. Rao
J. E. Staffiera
D. J. Tilly
C J. Wirtz

Специальная рабочая группа по продлению срока службы установок (SC XI)

T. A. Meyer, *Председатель*
D. V. Burgess, *Секретарь*
S. Asada
D. D. Davis
F. E. Gregor
P.-T. Kuo
R. E. Nickell
W. L. Server
R. L. Turner
G. G. Young

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

J. Fletcher, *Председатель*
M. A. Lockwood, *Секретарь*
N. Broom
C. Cueto-Felgueroso
K. N. Fleming
S. R. Gosselin
M. R. Graybeal
A. B. Hull
W. A. O. Kriel
M. N. Mitchell
F. J. Schaaf, мл.
F. Shahrokhi
R. W. Swayne

ПОДКОМИТЕТ ПО ТРАНСПОРТНЫМ ЦИСТЕРНАМ (SC XII)

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

Подгруппа по проектированию и материалам (SC XII)

M. D. Rana, *Председатель*
D. R. Sharp, *Секретарь*
G. G. Karcher
S. L. McWilliams
N. J. Paulick
M. D. Pham
T. A. Rogers
A. P. Varghese
M. R. Ward
E. A. Whittle

Подгруппа по монтажу и обследованию (SC XII)

G. McRae, *Председатель*
D. R. Sharp, *Секретарь*
J. A. Byers
B. L Gehl
L. D. Holsinger
D. J. Kreft
A. S. Olivares
L. H. Strouse

Подгруппа по общим требованиям (SC XII)

C. H. Hochman, *Председатель*
D. R. Sharp, *Секретарь*
T. W. Alexander
D. M. Allbritten
C. A. Betts
J. F. Cannon
J. L Freiler
W. L Garfield
M. A. Garrett
K. L Gilmore
J. L. Rademacher
T. Rummel
W. K. Smith
L. H. Strouse
M. R. Toth
L Wolpert

Подгруппа по необязательным приложениям (SC XII)

T. A. Rogers, *Председатель*
D. R. Sharp, *Секретарь*
D. D. Brusewitz
J. L. Conley
T. Eubanks
B. L Gehl
T. Hitchcock
S. L. McWilliams
J. L Rademacher
A. Selz
S. Staniszewski
A. P. Varghese
M. R. Ward
L. Wolpert

ПОДКОМИТЕТ ПО АККРЕДИТАЦИИ КОТЛОВ И СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (SC-BPVA)

W. C. LaRochelle, *Председатель*
P. D. Edwards, *Зам. пред.*
K. I. Baron, *Секретарь*
W. J. Bees
M. B. Doherty
D.]. Jenkins
K. T. Lau
L. E. McDonald
K. M. McTague
D. Miller
B. R. Morelock
J. D. O'Leary
D. E. Tanner
B. C. Turczynski
D. E. Tuttle
E. A. Whittle
G. Bynog, *Участник-дублер*
D. C. Cook, *Участник-дублер*
M. A. DeVries, *Участник-дублер*
C E. Ford, *Участник-дублер*
T. E. Hansen, *Участник-дублер*
G. L. Hoilinger, *Участник-дублер*
B. B. MacDonald, *Участник-дублер*
R. D. Mile, *Участник-дублер*
G. P. Milley, *Участник-дублер*
M. R. Minick, *Участник-дублер*
T. W. Norton, *Участник-дублер*
H. R. Staehr, *Участник-дублер*
J. A. West, *Участник-дублер*
R. V. Wielgoszinski, *Участник-дублер*
A. J, Spencer, *Почетный Участник*
O. E. Trapp, *чл.-корр.*

ПОДКОМИТЕТ ПО АККРЕДИТАЦИИ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ (SC-NA)

R. R. Stevenson, *Председатель*
W. C. LaRochelle, *Зам. пред.*
J. Pang, *Нач. секретариата*
M. N. Bressler
S. M. Goodwin
K. A. Huber
M. Kotb
J. C. Krane
C. A. Lizotte
R. P. Mclntyre
M. R. Minick
H. B. Prasse
T. E. Quaka
D. E. Tanner
D. M. Vickery
G. Bynog, *Участник-дублер*
G. Deily, *Участник-дублер*
P. D. Edwards, *Участник-дублер*
D. P. Gobbi, *Участник-дублер*
J. W. Highlands, *Участник-дублер*
K. M. Hottle, *Участник-дублер*
B. G. Kovarik, *Участник-дублер*
P. F. Prescott, *Участник-дублер*
S. M. Scott, *Участник-дублер*
D. W. Stepp, *Участник-дублер*
E. A. Whittle, *Участник-дублер*
R. V. Wielgoszinski, *Участник-дублер*
H. L. Wiger, *Участник-дублер*
O. E. Trapp, *чл.-корр.*

ПОДКОМИТЕТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ (SC-D)

R. J. Basile, *Председатель*
R. W. Barnes
M. R. Breach
R. P. Deubler
G. G. Graven
G. L. Hoilinger
R. I. Jetter
D. P. Jones
R. W. Mikitka
U. R. Miller
W.J. O'Donnell
R. D. Schueler, мл.

Подгруппа по анализу конструкции (SC-D)

G. L. Hoilinger, *Председатель*
M. R. Breach
R. G. Brown
R. J. Gurdal
C. F. Heberling II
C. E. Hinnant
P. Hirschberg
D. P. Jones
A. Kalnins
W. J. Koves
K. Matsunaga
G. A. Miller
W. D. Reinhardt
D. H. Roarty
G. Sannazzaro
T. G. Seipp
D. A. Swanson
G. Taxacher
E. L. Thomas, мл.
R. A. Whipple

Подгруппа по проектированию при повышенных температурах (SC-D)

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

Подгруппа по усталостной прочности (SC-D)

W. J, O'Donnell, *Председатель*
P. R. Donavin
R. J. Curdal
C. F. Heberling II
P. Hirschberg
P.Hsu
D. P. Jones
G. Kharshafdjian
S. Majumdar
T. Nakamura
D. H. Roarty
G. Taxacher
H. H. Ziada

Подгруппа по отверстиям (SC-D)

M. R. Breach, *Председатель*
R. W. Mikitka, *Секретарь*
G. G. Graven
V. T. Hwang
J. C. Light
R. B. Luney
J. P. Madden
D. R. Palmer
J. A. Pfeifer
M. D. Rana
E. C. Rodabaugh
C. R. Thomas

Специальная рабочая группа по фланцевым соединениям с креплением болтами (SC-D)

R. W. Mikitka, *Председатель*
G. D. Bibel
H. A. Bouzid
W. Brown
A. Chaudouet
W. J. Koves
E. Michalopoulos
J. R. Payne
P. G. Scheckermann
R. D. Schueler, мл.
A. Selz
M. S. Shelton

ПОДКОМИТЕТ ПО ТРЕБОВАНИЯМ К ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ АРМАТУРЕ (SC-SVR)

S. F. Harrison, мл., *Председатель*
J. A. West, *Зам. пред.*
S. J. Rossi, *Секретарь*
J. F. Ball
S. Cammeresi
A. Cox
R. D. Danzy
D. B. Demichael
R. J. Doeliing
J. P. Glaspie
H. I. Gregg
W. F. Hart
D. Miller
T. M. Parks
D. K. Parrish
D. J. Scallan
Z. Wang

Подгруппа по проектированию (SC-SVR)

J. A. West, *Председатель*
C. E. Beair
R. D. Danzy
R. J. Doeliing
H. I. Gregg
D. Miller
T. Patel
T. R. Tarbay

Подгруппа по общим требованиям (SC-SVR)

D. B. Demichael, *Председатель*
J. F. Bail
G. Brazier
J. P. Glaspie
D. K. Parrish
J. W. Ramsey
J. W. Richardson
D. E. Tuttle

Подгруппа по испытаниям (SC-SVR)

A. Cox, *Председатель*
J. E. Britt
S. Cammeresi
G. D. Goodson
W. F. Hart
B. K. Nutter
D. J. Scallan
Z. Wang

Техническая консультативная группа по ISO/TC T85 (США) Предохранительные клапаны

T. J. Bevilacqua, *Председатель*
S. J. Rossi, *Нач. секретариата*
J. F. Ball
D. B. Demichael
Y.-S. Lai
D. Miller
J. A. West

ЭТА СТРАНИЦА НАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ

ПЕРСОНАЛ
СЛУЖАЩИЕ КОМИТЕТА ASTM

(принимавшие участие в разработке приведенных технических требований)
По состоянию на 31 декабря 2006 г.

E-7 по НРК

J. S. Brenizer, мл., *Председатель*
M. Carlos, *Зам. пред.*
C. V. Kropas-Hughes, *Секретарь*
A. P. Washabaugh, *Участник, Секретарь*

СВОДКА ИЗМЕНЕНИЙ

Издание настоящих Норм и правил от 2007 г.содержит корректировки в дополнение к Изданию от 2004 г. с учетом Дополнений от 2005 г. и 2006 г. Корректировки определены обозначением 07 на поле и согласно Предисловию становятся обязательными через шесть месяцев после даты Издания в 2007 г. При использовании указанных корректировок до даты их обязательного вступления в силу применяйте обозначение "2007 Edition" в документации, требуемой согласно настоящим Нормам и правилам. Если вы решили не использовать данные корректировки до их вступления в силу, применяйте обозначение "2004 Edition through the 2006 Addenda" в документации, требуемой согласно настоящим Нормам и правилам.

Номера ВС, перечисленные далее, более подробно объяснены в "Перечне изменений в порядке ВС", приведенном после Сводки изменений.

Корректировки, указанные далее, определены обозначением **07** на поле страницы.

Стр.	*Местоположение*	*Изменение (ВС номер)*
41	T-421.2	Откорректировано первое предложение *(BC06-115)*
42	T-434.1.2	Откорректировано полностью *(BC06-543)*
44	Fig. T-434.2.1	Добавлено примечание (h) *(BC06-543)*
45	T-434.2.2	Откорректировано *(BC06-543)*
51	T-472.3	Откорректировано название ввиду опечатки *(BC06-1321)*
56, 57	111-471.8	Откорректировано *(BC06-705)*
65-68	Приложение D	Откорректировано полностью в Статье 4 *(BC05-571)*
73	E-474	Добавлен четвертый параграф *(BC05-628)*
76	Приложение H	Удалено из статьи 4 *(BC05-571)*
104	T-522.2	Откорректировано первое предложение *(BC06-115)*
114	T-621.2	Откорректировано первое предложение *(BC06-115)*
115	Таблица T-621	Под требованиями откорректирована 12 строка списка *(BC05-1064)*
	T-652	Откорректировано *(BC05-1064)*
	T-653	Откорректировано *(BC05-1064)*
116	Таблица T-672	Откорректировано примечание (1) *(BC05-1064)*
119	11-641	Откорректированы название и пункт *(BC05-300)*
	II-642	Откорректировано полностью *(BC05-300)*
	M-643	Удалено *(BC05-300)*
120	111-610	Откорректировано *(BC05-1064)*
	111-641.1	Откорректированы название и пункт *(BC05-1064)*
	111-641.2	Откорректирована последняя строка первого абзаца *(BC05-1064)*
122	T-721.2	Откорректировано первое предложение *(BC06-115)*
	T-731(b)	Откорректировано *(BC06-993)*
127	T-764.1.2	Откорректировано и добавлено примечание *(BC06-993)*
	Рис. T-764.1.2	Изменено обозначение на Рис. T-764.1.2.1 и откорректировано *(BC06-993)*
128	Рис. T-762.1.2.2	Добавлено *(BC06-993)*
135, 136	Приложение III	Добавлено к статье 7 *(BC04-1404)*

Стр.	*Местоположение*	*Изменение (ВС номер)*
138-153	Статья 8	(1) T-810 откорректировано полностью *(BC03-1284)* (2) T-820 - T-892 удалено *(BC03-1284)* (3) Приложения I - VI откорректированы полностью *(BC03-1284)*
154	T-921.2	Откорректировано первое предложение *(BC06-115)*
157	T-1021.3	Откорректировано первое предложение *(BC06-115)*
159	T-1090	Добавлено по списку опечаток *(BC06-982)*
179	X-1090	Удалено по списку опечаток *(BC06-982)*
241-244	Приложение II	Добавлено к Статье 14 *(BC03-1552)*
325	SE-1255	Откорректирован подзаголовок *(BC06-426)*
359	SA-435/SA-435M	Откорректирован подзаголовок *(BC06-365)*
362	SA-577/SA-577M	Откорректирован подзаголовок *(BC06-366)*
365	SA-578/SA-578M	Откорректирован подзаголовок *(BC06-367)*
371	SA-609/SA-609M	Откорректирован подзаголовок *(BC06-380)*
381	SA-745/SA-745M	Откорректирован подзаголовок *(BC06-381)*
392	SE-114	(1) Указатель откорректирован по списку опечаток *(BC06-341)* (2) Откорректирован подзаголовок *(BC06-382)*
397-408	SE-213	Откорректировано полностью *(BC04-1408)*
409-413	SE-273	Откорректировано полностью *(BC04-1409)*
414	SE-797	Указатель откорректирован по списку опечаток *(BC06-341)*
426-430	SD-516	Откорректировано полностью *(BC05-1088)*
436-443	SD-1552	Откорректировано полностью *(BC04-1410)*
471-515	SE-709	Откорректировано полностью *(BC04-1413)*
516	SE-243	Откорректирован подзаголовок *(BC06-383)*
536	SE-976	Указатель откорректирован по списку опечаток *(BC06-341)*

ПРИМЕЧАНИЕ: Том 57 Разъяснений к Разделу V Норм и правил ASME по котлам и сосудам под давлением представлен после последней страницы данного Издания.

ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОРЯДКЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ ВС

ВС НОМЕР	Изменение
ВС03-1284	Статья 8 откорректирована по нескольким справочным приложениям.
	Приложения I и II откорректированы и объединены в новое Приложение II.
	Приложение IV откорректировано и ему присвоено новое обозначение - Приложение I.
	Статья 8 откорректирована и ей присвоено новое обозначение - Приложение IV.
	Ссылки Приложения III на Статью 8 откорректированы на ссылки на Приложение IV; удалена аббревиатура "вихревых токов".
ВС03-1552	Статья 14, Прил. II добавлено с целью представления требований по квалификации систем ультразвукового контроля.
ВС04-1404	Статья 7, обязательное Приложение III добавлено с целью представить требования по проведению магнитопорошкового контроля
	С помощью ярма магнита и флуоресцентных частиц на незатемненных участках.
ВС04-1408	Принята Статья 23, ASTM E 213-04, которая заменяет SE-213 (ASTM E 213-98).
ВС04-1409	Принята Статья 23, ASTM E 273-01, которая заменяет SE-273 (ASTM E 273-93).
ВС04-1410	Статья 24, ASTM D 1552-03, которая заменяет SD-1552 (ASTM D 1552-00).
ВС04-1413	Статья 25, ASTM E 709-01, которая заменяет SE-709 (ASTM E 709-95).
ВС05-1064	Принята Статья 6, и Статья 6, Приложение III откорректированы с учетом значений минимальной стандартной температуры от 50°F (10°C)
	до 40°F (5°C).
ВС05-1088	Принята Статья 24, ASTM D 516-02, которая заменяет SD-516 [ASTM D 516-90 (R1995)].
ВС05-1429	ПО списку опечаток откорректирован Прецедент 2476 норм и правил, добавлен отсутствующий п. 277.2.
ВС05-300	Статья 6, 11-641 и 11-642 откорректированы с разъяснением ссылок. Статья 6, 11-643 удалена.
ВС05-571	Приложения D и H откорректированы и объединены в Приложение D, чтобы включить регистрацию значимых покзаний рефлекторов и изменения длины.
ВС05-628	Статья 4, Необязательное Приложение E откорректировано, чтобы включить новый пункт в отношении секторного сканирования (S-сканирование)
	и боковые отверстия для калибровки.
ВС06-115	T-421.2, T-522.2, T-621.2, T-721.2, T-823.2, T-921.2 и T-1021.3 откорректированы для разъяснения того, что квалификации процедуры требуются только в случае,
	когда приведено требование в соответствующих Нормах и правилах.
ВС06-1321	По списку опечаток откорректирована орфографическая ошибка в написании заголовка T-472.3.
ВС06-341	SE-114, SE-797, SE-976 и SE-1419 откорректированы с удалением ".2" из содержания и титульных страниц.
ВС06-365	Принята Статья 23, ASTM A 435/A 435M-90 (R2001), которая заменяет SA-435/SA-435M [ASTM A 435/A
	435M-90 (R1996)].
ВС06-366	Принята Статья 23, ASTM A 577/A 577M-90 (R2001) , которая заменяет SA-577/SA-577M [ASTM A 577/A
	577M-90 (R1996)].
ВС06-367	Принята Статья 23, ASTM A 578/A 578M-96 (R001) , которая заменяет SA-578/SA-578M (ASTM A 578/A 578M-96).
ВС06-380	Принята Статья 23, ASTM A 609/A 609-91 (R2002) , которая заменяет SA-609/SA-609M [ASTM A 609/A 609M-91 (R1997)]
ВС06-381	Принята Статья 23, ASTM A 745/A 745M-94 (R20O3) , которая заменяет SA-745/SA-745M (ASTM A 745/A
	745M-94).
ВС06-382	Принята Статья 23, ASTM E 114-95 (R2005) , которая заменяет SE-114 [ASTM E 114-95 (R2001)]
ВС06-383	Принята Статья 26, ASTM E 243-98 (R2004), которая заменяет SE-243 (ASTM E 243-97).
ВС06-426	Принята Статья 22, ASTM E 1255-96 (R2002), которая заменяет SE-1255 (ASTM E 1255-96).
ВС06-543	Откорректирован пункт T-434.1.2 с добавлением отличного требования к металлу сварного шва.
	Откорректирован пункт T-434.2.2 с приведением ссылки на Рис. T-434.2.1 по толщине блоков, *T*.
	Откорректирован Рис. T-434.2.1 для добавления Примечания (h) с заданием толщины сварного шва, *t*.
ВС06-705	Откорректирована Статья 4, Приложение III, III-471.8 с добавлением требования в отношении минимального контроля в поперечном направлении
	по T-472.1.3.
ВС06-982	По списку опечаток откорректирован редакторская ошибка, когда пункт ВС04-1679; T-1090 был удален вместо X-1090.
ВС06-993	Откорректирована Статья 7 в соответствии с SE-709.

ПОДРАЗДЕЛ А МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

СТАТЬЯ 1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-110 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

(a) Данный раздел Норм и правил содержит требования и методы неразрушающего контроля (НРК), которые являются требованиями Норм и правил, в той мере, в которой на них ссылаются и указывают в качестве требований другие Разделы Норм и правил или соответствующие документы. Эти методы НРК предназначены для выявления внутренних и поверхностных дефектов материалов, сварных соединений, готовых элементов и деталей конструкций. Включают в себя: радиографический, ультразвуковой контроль, капиллярную дефектоскопию, магнитопорошковую дефектоскопию, вихретоковый контроль, визуальный контроль, испытание на утечку, дефектоскопию акустической эмиссией. Список наиболее распространенных дефектов, механизмы разрушения и методы НРК, применимые в большинстве случаев для их обнаружения см. в Необязательном Приложении данной Статьи.

(b) Общие термины, такие как Проверка, Дефект, Несплошность, Оценка, и т.д. см. в Обязательном Приложении I.

Т-120 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

(a) В Подразделе А описаны методы неразрушающего контроля, используемые при наличии соответствующих ссылок в других разделах Норм и правил или в других соответствующих документах.

(b) В Подразделе В приведены Стандарты, включающие методы неразрушающего контроля, принятые в качестве стандартов. Эти стандарты являются необязательными, кроме тех случаев, когда полностью или частично указаны ссылкой в Подразделе А или в других разделах Норм и правил или соответствующих документах.

(c) Любая ссылка на пункт любой Статьи в Подразделе А данного Раздела включает все применимые нормы пункта.[1]. В любом случае, ссылка на пункт включает все подпункты и подразделы данного пункта.

(d) Ссылка на стандарт, содержащийся в Подразделе В, является обязательной только в указанных пределах.[2]

(e) При прямых ссылках в документах на данную Статью, касательно квалификации персонала НРК, квалификация должна соответствовать практике работодателя, зафиксированной в письменной форме, которая должна соответствовать одному из следующих документов: A08

(1) SNT-TC-1A,[3] Аттестация и сертификация персонала НРК (Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing); или

(2) ANSI/ASNT CP-189,[3] Стандарт ASNT по аттестации и сертификации персонала НРК (Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel)

(f) Национальные и международные программы аттестации, такие как Централизованная программа аттестации ASNT (ACCP), могут быть использованы в качестве альтернативы для выполнения требований по контролю документов, перечисленных в Т-120(e) в соответствии с практикой работодателя зафиксированной в письменной форме.

---

[1] Например, ссылка на Т-270 включает все правила Т-271 - Т-277.3 включительно.

[2] Например, Т-233 требует, чтобы Эталоны Чувствительности производились и идентифицировались согласно требованиям или альтернативным вариантам, разрешенным в SE-747 или SE-1025, и Приложениях, в зависимости от того, какой тип Эталона используется. Это единственные части SE-747 или SE-1025, являющиеся обязательными в Статье 2.

[3] SNT-TC-1A (Издание 2006), "Аттестация и сертификация персонала НРК;" и ANSI/ASNT CP-189 (2006 Издание), "Стандарт ASNT по Аттестации и Сертификации Персонала, Занятого в Неразрушающем Контроле;" опубликованные Американским Обществом по НРК, 1711 Arlingate Lane, P.O. Box 28518, Columbus, OH 43228-0518.

A08 *(g)* Когда указанный Раздел Норм и правил не устанавливает требований к квалификации и не ссылается напрямую на Статью 1 данного Раздела, квалификационные испытания могут просто включать в себя подтверждение персоналом того, что персонал, проводящий неразрушающий контроль, имеет необходимую компетенцию и знания для осуществления неразрушающего контроля в соответствии с письменной процедурой Изготовителя.

(h) Пользователь данной Статьи несет ответственность за аттестацию и сертификацию персонала НРК в соответствии с требованиями данной Статьи. В Программе Аттестации Пользователя Норм и правил[4] должен быть оговорен порядок проведения данной процедуры. Аттестация в соответствии с предыдущей редакцией SNT-TC-1A, или CP-189 действительна до повторной аттестации. Повторная или новая сертификация должна быть проведена в соответствии с редакцией SNT-TC-1A или CP-189, описанными в Сноске 3.

(i) Ограниченная сертификация персонала НРК, который не выполняет всех операций неразрушающего метода, состоящего из нескольких операций, или который выполняет процедуру НРК в ограниченном объеме, может быть проведена на базе меньшего количества часов теории и практики, чем рекомендовано в SNT-TC-1A или CP-189. Любые ограничения в сертификации сотрудника должны быть зафиксированы в письменном виде и в свидетельстве.

(j) С целью соответствия всем требованиям данной редакции может быть использована либо Традиционная Американская Система Единиц (U.S. Customary Units), либо Международная Система Единиц СИ (SI Units) при условии, что на всех этапах постройки последовательно используется одна и та же система.

(1) Единицы Традиционной Американской или Международной Системы Единиц, приведенные в Обязательном Приложении II, используемые в тексте или номенклатуре для формул, должны быть использованы последовательно на всех этапах постройки (например, материалы, проектирование, производство и отчетность). Так как значения единиц этих двух систем не являются точными эквивалентами, каждая система должна использоваться независимо. Смешивание единиц Традиционной Американской и Международной систем не допускается.

(2) При выборе по аттестации и сертификации персонала НРК Международной Системы, значения в Традиционной Американской Системе, используемые в соответствующих спецификациях, не использующих Международную Систему, должны быть переведены в значения в Международных Единицах, по крайней мере, для трех наиболее значимых показателей для использования последних в расчетах и прочих аспектах строительства.

T-130 ОБОРУДОВАНИЕ

Пользователь данных Норм и правил несет ответственность за обеспечение соответствия используемого при проведении контроля оборудования требованиям данного Раздела Норм и правил.

[4] В данном разделе Норм и правил “пользователь Норм и правил” – это любая организация, проводящая неразрушающий контроль по требованиям настоящего Раздела.

T-150 ПРОЦЕДУРА A08

(a) Если таковое требуется соответствующим разделом Норм и правил, весь неразрушающий контроль, осуществляемый согласно данному Разделу Норм и правил, должен осуществляться в соответствии с письменной процедурой. Данная процедура должна пройти демонстрационные испытания и должна быть одобрена Инспектором. Если таковое требуется соответствующим разделом Норм и правил, для проверки способности лиц, производящих процедуру контроля применять данную процедуру, можно использовать демонстрационные испытания персонала. Процедура или метод должны соответствовать всем применимым требованиям настоящего Раздела, касающимся конкретного метода контроля. При необходимости письменное описание процедуры должно быть предоставлена Инспектору по его требованию. Минимум одна копия каждой описанной процедуры должна предоставляться в пользование Персоналу НРК.

(b) Методы неразрушающего контроля, описанные в данном Разделе, применимы для большинства типов геометрии и материалов, используемых в процессе производства при нормальных условиях. Тем не менее, при работе со специфической конфигурацией и материалами может потребоваться использование измененных методов и технологий, при этом Изготовитель должен разработать специальные процедуры, аналогичные или более совершенные, по сравнению с описанными в данном Разделе Норм и правил, при помощи которых возможно получение результатов дефектоскопии, поддающихся анализу в данных специфических условиях. Такие специфические процедуры могут быть модификациями или комбинациями методов, описываемых или упоминаемых в данном Разделе Норм и правил. Демонстрационное испытание процедуры подтверждает способность метода выявить несплошности в конкретных условиях, а также возможности метода при использовании в более общих условиях. В зависимости от требований системы контроля и обеспечения качества упоминаемого Раздела Норм и правил, данные процедуры, при необходимости, должны быть одобрены Инспектором, и должны стать частью программы контроля качества Изготовителя.

(c) В тех случаях, когда проверка на соответствие требованиям данного Раздела Норм и правил требуется другим Разделом Норм и правил, за установление процедуры неразрушающего контроля и сертификации персонала, соответствующих требованиям упоминаемых Норм и правил, несет ответственность Изготовитель, организация, ответственная за постройку или установку.

T-160 КАЛИБРОВКА

(a) Изготовитель, организация, ответственная за постройку или установку должны гарантировать проведение всей необходимой калибровки оборудования, требуемой Подразделом A и/или Подразделом B.

(b) При разработке специальной процедуры [см. T150(a)], Пользователь Норм и правил должен определить необходимую калибровку, если таковая требуется.

Т-170 КОНТРОЛЬ И ПРОВЕРКИ

(a) Инспектор, имеющий дело с производством сосудов и компонентов, работающих под давлением, обязан убедиться в том, что все необходимые контрольные меры, требуемые согласно указному Разделу Норм и правил были произведены в соответствии с требованиями данного Раздела и соответствующего(-их) документа(-ов). Инспектор имеет право присутствовать во время таких контрольных мероприятий в той мере, в которой таковое определено в соответствующем(-их) документе(-ах). В пределах данного Раздела Норм и правил слово *Инспектор* означает *Уполномоченный Инспектор,* прошедший аттестацию в соответствии со всеми указанными Разделами Норм и правил.

(b) Особое разграничение, установленное в различных Разделах Норм и правил, *проверк*и и *контроля*, а также персонала их производящего, принято также и в данном Разделе Норм и правил. Термин *проверка* применяется к функциям *Уполномоченного Инспектора*, а термин *контроль* применяется для обозначения функций контроля качества, выполняемых персоналом Изготовителя. Тем не менее, существует область, в которой встречаются случайные отклонения от данного разграничения. В Стандартных методах и рекомендуемых практиках ASTM (ASTM Standard Methods and Recommended Practices), включенных в данный Раздел Норм и правил посредством ссылок или точного воспроизведения в Подразделе В, слово *проверка* или *Инспектор*, которое часто встречаются в тексте или названиях указываемых документов ASTM могут, фактически описывать то, что в Нормах и правилах называется *контролем* и *контролером.*

Данная ситуация имеет место по той причине, что ASTM ни коим образом не имеет отношения к принятому в данных Нормах и правилах разграничению между проверкой и контролем, так как деятельность и документация ASTM не предполагает наличие *Уполномоченного Инспектора*, описанного в Разделах данных Норм и правил. Никаких попыток осуществить правку документации ASTM для установления соответствия терминологии данных Норм и правил предпринято не было. Тем не менее, данный факт не должен привести к путанице, если пользователи данных Норм и правил осознают, что термины *проверка, испытание* и *контроль* в документации ASTM, упоминаемой в Подразделе В не описывают обязанностей *Уполномоченного Инспектора*, а скорее описывают действия сотрудников Изготовителя, осуществляющих различные виды контроля.

Т-180 ОЦЕНКА

Стандарты на условия приёмки для данных методов должны соответствовать указанным в соответствующем(-их) документе (-ах).

Т-190 ОТЧЕТЫ/ДОКУМЕНТАЦИЯ

Отчеты/документация должны соответствовать соответствующему(-им) документу(-ам) и применимым требованиям Подраздела А и/или В данного Раздела Норм и правил. Пользователь Норм и правил должен нести ответственность за все требующиеся Отчеты/Документацию.

СТАТЬЯ 1
ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ I — ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

I-110 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное Обязательное приложение используется с целью установления стандартных терминов и определений терминов, общих для всех методов Неразрушающего контроля.

I-120 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Стандартная терминология Неразрушающего контроля (ASTM E 1316) была принята Комитетом под номером SE-1316.

(b) Раздел A SE-1316 содержит определение терминов перечисленных в I-130(a).

(c) Пункт I- 130(b) содержит список терминов и определений, дополняющих SE-1316 и являющихся специфическими для данных Норм и правил.

1-130 ТРЕБОВАНИЯ

(a) Следующие термины SE-1316 используются в связи с данной Статьей: *недопустимый дефект, несплошность, оценка, ложное показание, дефект, характеристика дефекта, несовершенство, интерпретация, незначимое показание, значимое показание.*

A08 *(b)* Следующие термины Норм и правил используются в данной Статье:

рассматриваемый участок: особая часть объекта, подлежащая оценке в соответствии с реферируемым Разделом Норм и правил.

показание: отклик или данные неразрушающего контроля, требующие интерпретации для определения значимости.

проверка: наблюдение за любой операцией, производимой над материалами и/или компонентами, для определения ее приемлемости согласно определенным критериям.

ограниченная сертификация: аккредитация аттестации сотрудника для выполнения некоторых, но не всех, операций в пределах определенного метода или технологии неразрушающего контроля, состоящего из одной или более операций или для осуществления неразрушающего контроля с ограниченной ответственностью.

метод: ниже приведен список методов неразрушающего контроля и соответствующих сокращений, используемых в пределах Раздела V:

RT — Радиографический
UT — Ультразвуковой
MT — Магнитопорошковый
PT — Капиллярный
VT — Визуальный
LT — Испытание на утечку
ET — Электромагнитный (вихретоковый)
AE — Акустической эмиссией

неразрушающий контроль (НРК): разработка и применение технических методов контроля материалов и/или компонентов способами, не приводящими к последующей непригодности исследуемого объекта, с целью обнаружения, определения координат, измерения, интерпретации и оценки дефектов.

операция: определенный этап метода или техники.

демонстрационное испытание персонала: когда лицо демонстрирует понимание метода исследования и сноровку при проведении исследования путем выполнения демонстрационного исследования с использованием письменной процедуры неразрушающего контроля Нанимателя.

процедура: упорядоченная последовательность действий, описывающая применение определенной техники.

демонстрационное испытание процедуры: когда письменная процедура подтверждена, к удовлетворению Инспектора, путем применения метода исследования с использованием письменной процедуры неразрушающего контроля Нанимателя для отображения соответствия требованиям настоящего Раздела, при

(a) Нормальных условиях исследования по T-150(a), или

(b) Особых условиях согласно T-150(b).

квалификационные испытания процедуры: когда письменная процедура неразрушающего контроля прошла квалификационные испытания согласно подробным требованиям указанного Раздела Норм и Правил.

чувствительность: единица измерения уровня отклика при обнаружении несплошности неразрушающим контролем.

техника: техника – это особый прием использования конкретного метода неразрушающего контроля (НРК).

СТАТЬЯ 1
НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А — ДЕФЕКТЫ И ТИП МЕТОДА НРК

А-110 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

В таблице А-110 перечислены типовые дефекты и методы НРК, которые в большинстве случаев позволяют их выявить.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Таблица А-110 должна быть использована исключительно в качестве общего руководства и не может являться основанием для выбора или запрета конкретного метода НРК для определенного применения. Например, форма изделия и материал могут привести к отклонениям от указанной в таблице степени эффективности. В случае с эксплуатационными дефектами доступность зоны контроля и прочие условия также являются важными факторами, которые должны быть приняты во внимание при выборе конкретного метода НРК. Кроме того, информация в Таблице А-110 не может считаться исчерпывающей – существует еще несколько методов/техник НРК и возможных дефектов, не вошедших в таблицу. Пользователь должен учитывать все существующие условия при выборе метода НРК для определенного применения.

ТАБЛИЦА А-110
ДЕФЕКТЫ И ТИП МЕТОДА НРК

	Поверхностные [Примечание (1)]		Подповерхностные [Примечание (2)]		Объемные [Примечание (3)]				
	VT	PT	MT	ET	RT	UTA	UTS	AE	UTT
Эксплуатационные дефекты									
Абразивный износ (Локализованный)	●	◑	◑	…	●	◑	◑	…	◑
Износ перегородок (теплообменники)	●	…	…	◑	…	…	…	…	…
Коррозионные усталостные трещины	○	◑	●	…	○	●	…	●	…
Коррозия - Контактная	●	…	…	…	…	…	…	…	○
-Сплошная	…	…	…	○	◑	…	◑	…	●
-Питтинговая	●	●	○	…	●	○	○	◑	○
-Местная	●	●	○	…	…	…	…	…	○
Ползучесть (Первичная) [Примечание (4)]	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Эрозия	●	…	…	…	●	○	◑	…	◑
Усталостные трещины	○	●	●	◑	◑	●	…	●	…
фреттинг-коррозия (Трубки теплообменника)	◑	…	…	◑	…	…	…	…	◑
Горячие трещины	…	◑	◑	…	◑	○	…	◑	…
Разрушения под влиянием водорода	…	◑	◑	…	○	◑	…	◑	…
Межкристаллитное Коррозионное растрескивание	…	…	…	…	…	○	…	…	…
Коррозионное растрескивание (транскристаллическое)	○	◑	●	○	◑	◑	…	◑	…
Дефекты сварных соединений									
Прожог	●	…	…	..	●	◑	…	…	○
Трещины	○	●	●	◑	◑	●	○	●	…
Чрезмерное/Недостаточное усиление шва	●	..	…	…	●	◑	○	…	○
Шлаковые включения (Шлак/вольфрам)	…	…	◑	◑	●	◑	○	○	…
Неполный провар	◑	…	◑	◑	◑	●	◑	◑	…
Непровар	◑	●	●	◑	●	●	◑	◑	…
Отклонение от геометрии сварного шва	●	…	…	…	●	◑	..	…	…
Наплыв	◑	●	●	○	…	○	…	..	…
Поры	●	●	○	..	●	◑	○	○	…
Вогнутость корня сварного шва	●	…	…	…	●	◑	○	○	○
Подрез	●	◑	◑	○	●	◑	○	○	…
Производственно-технические дефекты									
Разрывы (Поковки)	○	●	●	◑	◑	◑	◑	●	…
Неслитины (Литье)	○	●	●	○	●	◑	◑	○	…
Трещины (Все виды производства)	○	●	●	◑	◑	◑	○	●	…
Горячие трещины (Литье)	○	●	●	◑	◑	◑	○	○	…
Неметаллические включения (все виды производства)	…	…	◑	◑	●	◑	○	○	…
Расслоение (Лист, Труба)	○	◑	◑	…	…	○	●	○	●
Заковы (Поковки)	○	●	●	○	◑	…	○	○	…
Пористость (Литье)	●	●	○	…	●	○	○	○	…
Волосовины (Балка, труба)	○	●	●	◑	○	◑	◑	○	…

Условные обозначения: AE – Акустическая эмиссия UTA – Ультразвуковой прямым преобразователем
ET - Электромагнитный (Вихретоковый) UTS – Ультразвуковой угловым преобразователем
MT- Магнитопорошковый UTT- Ультразвуковая толщинометрия
PT – Проникающими веществами VT-Визуальный
RT - Радиографический

● - Все или большинство стандартных техник обнаружат данный дефект в любых или почти в любых условиях.

◑ - Одна или более стандартная техника позволит обнаружить данный дефект при определенных условиях.

○ - Специфические техники, условия и/или аттестация персонала потребуются для обнаружения данного дефекта.

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: В таблице А-110 перечислены дефекты и методы НРК, позволяющие их выявить. Необходимо учитывать, что данная таблица является обобщенной. На возможность обнаружения дефектов оказывает влияние большое количество факторов. Данная таблица предполагает выполнение контроля только высококвалифицированным персоналом и наличие соответствующих условий проведения такого контроля (незатрудненный доступ, качество поверхности, чистота и. т. д.).

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) Методы, позволяющие обнаруживать только дефекты поверхности.
(2) Методы позволяющие обнаруживать дефекты, выходящие на поверхность или расположенные на небольшом расстоянии от поверхности.
(3) Методы позволяющие обнаруживать дефекты, находящиеся в любом месте в пределах контролируемого объема.
(4) Различные методы НРК позволяют обнаружить третичную ползучесть (3 этап), некоторые, в особенности с использованием специальной техники, позволяют обнаружить вторичную ползучесть (2 этап). Существуют различные описания/определения стадий ползучести; конкретное описание/определение не будет являться применимым ко всем материалам или продуктам.

СТАТЬЯ 2
РАДИОГРАФИЧЕСКАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Т-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Радиографический метод, описанный в данной Статье, применимый для контроля материалов, включая литье и сварные соединения, должен использоваться совместно со Статьей 1, Общие требования. Определения терминов, используемых в данной Статье, представлены в Обязательном Приложении V данной Статьи.

Определенные требования, относящиеся к изделию, технике или применению также даны в других Обязательных Приложениях данной Статьи, указанных в содержании. Выполнение данных дополнительных требований также является обязательным, когда какое-либо Приложение является применимым к проводимому радиографическому или радиологическому контролю.

Т-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-221 Требования к процедуре

Т-221.1 Письменная процедура. Радиографическая дефектоскопия должна осуществляться согласно письменной процедуре. В зависимости от конкретного случая процедура должна включать в себя следующую информацию:

(a) тип материала и диапазон толщины

(b) использованный изотоп или максимальное рентгеновское напряжение

(c) расстояние от источника до объекта (*D* в Т-274.1)

(d) расстояние от стороны объекта, обращенной к источнику, до пленки *(d* в Т-274.1)

(e) размер источника *(F* в Т-274.1)

(f) фирма изготовитель и название пленки

(g) используемые экраны

Т-221.2 Демонстрационные испытания процедуры. Демонстрационная проверка требований письменной процедуры к плотности и изображению эталона чувствительности на производственном или техническом радиографическом снимке должна считаться приемлемым доказательством соответствия данной процедуры.

Т-222 Подготовка поверхности

A08 **Т-222.1 Материалы, включая литье.** Поверхности должны удовлетворять требованиям спецификации применяемых материалов или указанного Раздела Норм и правил. При необходимости, должна быть проведена дополнительная обработка поверхности любым подходящим способом до состояния, позволяющего получать изображения не скрывающие, вследствие неровностей поверхности, изображение несплошности или не могущее быть принятым за изображение нарушения сплошности на полученной рентгенограмме.

Т-222.2 Сварные соединения. Чешуйчатость сварного шва A08
или неровности поверхности сварного шва как с внутренней стороны (при наличии доступа), так и с внешней, должны быть удалены любым подходящим способом до состояния, позволяющего получать изображения, не скрывающие, вследствие неровностей поверхности, изображение несплошности, или быть принятым за изображение нарушения сплошности не может на полученной рентгенограмме.

Обработанная поверхность всех стыковых сварных соединений может быть вровень с основным металлом или может иметь необходимое однородное утолщение с усилением шва, не превышающим установленное в соответствующем Разделе Норм и правил.

Т-223 Обратное излучение

Свинцовый символ "B," минимальных размеров ½ дюйма (13 мм) в высоту и $^{1}/_{16}$ дюйма (1,5 мм) в толщину, должен быть прикреплен к задней стенке кассеты для пленки при каждом экспонировании с целью установления возможного экспонирования пленки обратным излучением.

Т-224 Система идентификации

На радиографических снимках будет использоваться перманентная система идентификационных знаков, указывающих, в зависимости от необходимости, номер контракта, компонента, сварного шва или детали. На снимке также будет перманентно и четко обозначен символ или имя Изготовителя и дата. Данная система идентификации не предполагает в обязательном порядке нанесение информации в качестве радиографического изображения. В любом случае, информация не должна препятствовать интерпретации изображения рассматриваемого участка.

Т-225 Мониторинг ограничения плотности рентгенограмм

Для определения плотности пленки должен использоваться денситометр или контрольная рентгенограмма ступенчатой призмы.

Т-226 Объем исследований

Объем радиографического контроля определяется соответствующим Разделом Норм и правил.

Т-230 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Т-231 Пленка

Т-231.1 Выбор. Радиографические снимки производятся с использованием промышленной радиографической пленки.

ТАБЛИЦА Т-233.1
НОМЕР ЭТАЛОНА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, ТОЛЩИНА, ДИАМЕТР ОТВЕРСТИЙ

Номер эталона	Толщина эталона, дюйм (мм)	*1 T* Диаметр отверстия, дюйм (мм)	2 *T* Диаметр отверстия, дюйм (мм)	4 *T* Диаметр отверстия, дюйм (мм)
5	0,005 (0,13)	0,010 (0,25)	0,020 (0,51)	0,040 (1,02)
7	0,0075 (0,19)	0,010 (0,25)	0,020 (0,51)	0,040 (1,02)
10	0,010 (0,25)	0,010 (0,25)	0,020 (0,51)	0,040 (1,02)
12	0,0125 (0,32)	0,0125 (0,32)	0,025 (0,64)	0,050 (1,27)
15	0,015 (0,38)	0,015 (0,38)	0,030 (0,76)	0,060 (1,52)
17	0,0175 (0,44)	0,0175 (0,44)	0,035 (0,89)	0,070 (1,78)
20	0,020 (0,51)	0,020 (0,51)	0,040 (1,02)	0,080 (2,03)
25	0,025 (0,64)	0,025 (0,64)	0,050 (1,27)	0,100 (2,54)
30	0,030 (0,76)	0,030 (0,76)	0,060 (1,52)	0,120 (3,05)
35	0,035 (0,89)	0,035 (0,89)	0,070 (1,78)	0,140 (3,56)
40	0,040 (1,02)	0,040 (1,02)	0,080 (2,03)	0,160 (4,06)
45	0,045 (1,14)	0,045 (1,14)	0,090 (2,29)	0,180 (4,57)
50	0,050 (1,27)	0,050 (1,27)	0,100 (2,54)	0,200 (5,08)
60	0,060 (1,52)	0,060 (1,52)	0,120 (3,05)	0,240 (6,10)
70	0,070 (1,78)	0,070 (1,78)	0,140 (3,56)	0,280 (7,11)
80	0,080 (2,03)	0,080 (2,03)	0,160 (4,06)	0,320 (8,13)
100	0,100 (2,54)	0,100 (2,54)	0,200 (5,08)	0,400 (10,16)
120	0,120 (3,05)	0,120 (3,05)	0,240 (6,10)	0,480 (12,19)
140	0,140 (3,56)	0,140 (3,56)	0,280 (7,11)	0,560 (14,22)
160	0,160 (4,06)	0,160 (4,06)	0,320 (8,13)	0,640 (16,26)
200	0,200 (5,08)	0,200 (5,08)	0,400 (10,16)	…
240	0,240 (6,10)	0,240 (6,10)	0,480 (12,19)	…
280	0,280 (7,11)	0,280 (7,11)	0,560 (14,22)	…

T-231.2 Обработка. В качестве руководства по обработке пленки должно использоваться Стандартное Руководство по Контролю за Качеством Обработки Промышленной Радиографической Пленки, SE-999, или пункты 23 - 26 Стандартного Руководства по Радиографическому Контролю SE-94.

T-232 Усиливающие экраны

При проведении радиографического контроля согласно данной Статье могут использоваться усиливающие экраны.

T-233 Типы эталонов чувствительности

T-233.1 Стандартные эталоны чувствительности. Используются пластинчатые или проволочные эталоны чувствительности. Пластинчатые эталоны должны производиться и маркироваться в соответствии с требованиями или их вариантами, разрешенными в SE-1025. Проволочные эталоны должны производиться и маркироваться в соответствии с требованиями или их вариантами, разрешенными в SE-747, за исключением того, что номер наибольшей проволочки и идентификационный номер могут быть опущены. Эталоны стандарта ASME должны состоять из указанных в Таблице Т-233.1 для пластинчатого типа и указанных в Таблице Т-233.2 для проволочного типа.

T-233.2 Альтернативные конструкции эталонов чувствительности. Могут быть использованы эталоны, произведенные в соответствии с другими национальными или международными стандартами, при условии соблюдения нижеприведенных требований (a) и (b) и требований к материалам в Т-276.1.

ТАБЛИЦА Т-233.2
Обозначение эталона, диаметр проволочек, номер проволочек

Набор A			Набор B		
Проволочка Диаметр, дюймы	(мм)	Проволочка Номер	Проволочка Диаметр, дюймы	(мм)	Проволочка Номер
0,0032	(0,08)	1	0,010	(0,25)	6
0,004	(0,10)	2	0,013	(0,33)	7
0,005	(0,13)	3	0,016	(0,41)	8
0,0063	(0,16)	4	0,020	(0,51)	9
0,008	(0,20)	5	0,025	(0,64)	10
0,010	(0,25)	6	0,032	(0,81)	11

Набор C			Набор D		
Проволочка Диаметр, дюймы	(мм)	Проволочка Номер	Проволочка Диаметр, дюймы	(мм)	Проволочка Номер
0,032	(0,81)	11	0,100	(2,54)	16
0,040	(1,02)	12	0,126	(3,20)	17
0,050	(1,27)	13	0,160	(4,06)	18
0,063	(1,60)	14	0,200	(5,08)	19
0,080	(2,03)	15	0,250	(6,35)	20
0,100	(2,54)	16	0,320	(8,13)	21

(a) Пластинчатые эталоны чувствительности. Расчетная чувствительность эквивалентного эталона (EPS), согласно SE-1025, Приложение XI, должна быть аналогичной или превосходящей требуемую чувствительность стандартного пластинчатого эталона.

(b) Проволочные эталоны чувствительности. Диаметр основной проволочки альтернативного проволочного эталона должен быть аналогичным или меньшим по сравнению с основной проволочкой стандартного эталона.

Т-234 Оборудование для просмотра радиограмм

Оборудование для просмотра снимков должно обеспечивать приглушенное фоновое освещение интенсивности, не вызывающее бликов, теней или отсвечивания на снимках, которые могли бы помешать процессу интерпретации. Необходимо чтобы оборудование для просмотра и интерпретации снимков имело источник переменного освещения, достаточный для того, чтобы были видны основное отверстие эталона или обозначенная проволочка в заданном диапазоне плотности. Условия просмотра должны быть такими, чтобы свет, проникающий вокруг краев радиограммы или сквозь участки малой плотности, не мешал интерпретации изображения.

Т-260 КАЛИБРОВКА

Т-261 Размер источника

Т-261.1 Поверка размера источника. Документация, изданная Изготовителем или поставщиком, такая как техническое описание, кривая распада или письменные отчеты, указывающие действительный или максимальный размер источника или фокальной точки, должна быть принята в качестве поверки размера источника.

Т-261.2 Определение размера источника. Когда документация, изданная Изготовителем или поставщиком, не имеется в наличии, определение размера источника можно провести следующим образом:

(a) Рентгеновский аппарат. В случае с рентгеновскими аппаратами, работающими при 500 кВ и менее, размер фокальной точки может быть определен методом точечного замера[1] или согласно SE-1165, Стандартный метод измерения фокуса промышленных рентгеновских трубок методом точечного замера (Standard Test Method for Measurement of Focal Spots of Industrial X-Ray Tubes by Pinhole Imaging).

(b) Источник иридий-192. В случае с иридием -192, размер источника может быть определен согласно SE-1114, Стандартный метод измерения фокуса промышленных радиографических источников.

Т-262 Денситометр или контрольная рентгенограмма ступенчатого клина.

Т-262.1 Денситометры. Денситометры должны калиброваться не реже, чем каждые 90 дней во время эксплуатации следующим образом:

(a) Должна быть использована пробная страница ФА национального стандарта или контрольная рентгенограмма ступенчатого клина, произведенная в соответствии с пробной страницей ФА национального стандарта и имеющая не менее 5 ступеней с нейтральной плотностью, по меньшей мере, от 1,0 до 4,0. Контрольная рентгенограмма ступенчатого клина должна пройти верификацию в течение предыдущего года посредством сравнения с пробной страницей ФА национального стандарта, кроме случаев, когда до первичного использования данная рентгенограмма находилась в светонепроницаемом и водонепроницаемом запечатанном пакете, полученном от поставщика. Контрольные рентгенограммы ступенчатого клина могут быть использованы в течение одного года с момента вскрытия пакета, при условии, что данный срок не превышает установленного Изготовителем срока годности.

(b) Необходимо следовать пошаговой инструкции изготовителя по эксплуатации денситометра.

(c) Необходимо произвести считывание шагов плотности, наиболее близких к 1,0, 2,0, 3,0 и 4,0 на пробной странице ФА национального стандарта или контрольной рентгенограммы ступенчатого клина.

(d) Денситометр считается приемлемым, если показатели плотности не расходятся более чем на ± 0,05 единиц оптической плотности с фактической плотностью, указанной на пробной странице ФА национального стандарта или контрольной рентгенограммы ступенчатого клина.

Т-262.2 Контрольные рентгенограммы ступенчатого клина. Контрольные рентгенограммы ступенчатого клина должны пройти верификацию (кроме случаев поверки Изготовителем) до первичного использования, следующим образом:

(a) Плотность ступеней на контрольной рентгенограмме ступенчатого клина должна пройти поверку при помощи калиброванного денситометра.

(b) Контрольная рентгенограмма ступенчатого клина считается приемлемой, если показатели плотности не расходятся более чем на ± 0,1 единицы оптической плотности с плотностью, указанной на контрольной рентгенограмме ступенчатого клина.

Т-262.3 Периодическая поверка

(a) Денситометры. Периодические поверки калибровки должны производиться, как описано в Т-262.1, в начале каждой смены, после 8 часов непрерывного использования, или после смены диафрагмы в зависимости от того, что наступит раньше.

(b) Контрольные рентгенограммы ступенчатого клина. Поверка должна проводиться ежегодно согласно Т-262.2.

Т-262.4 Документация

(a) Денситометры. Калибровка денситометров, требуемая согласно Т-262.1, должна быть документально зафиксирована, при этом не требуется регистрации фактических показателей по каждой ступени. Периодические поверки денситометров, требуемые согласно Т-262.3(a), не требуют документального подтверждения.

(b) Калибровочные рентгенограммы ступенчатого клина. Поверка калибровочной рентгенограммы ступенчатого клина, требуемая согласно Т-262.1(a), должна быть документально зафиксирована, при этом не требуется регистрации фактических показателей по каждой ступени.

(c) Контрольные рентгенограммы ступенчатого клина. Поверка контрольной рентгенограммы ступенчатого клина, требуемая согласно Т-262.2 и Т-262.3(b) должна быть документально зафиксирована, при этом не требуется регистрация фактических показателей по каждой ступени.

[1] Руководство по НРК, Том I, Первая редакция, п.п. 14.32-14.33 «Измерение фокуса». Также стр. 20-21 Радиография в современной промышленности, четвертое издание (Nondestructive Testing Handbook, Volume I, First Edition, pp. 14.32-14.33, "Measuring Focal-Spot Size." Also, pp. 20-21 of *Radiography in Modern Industry,* Fourth Edition).

Т-270 КОНТРОЛЬ

Т-271 Техника радиографии[2]

По возможности для проведения радиографии будет использоваться техника однослойной экспозиции. При невозможности использования однослойной техники, будет использоваться двухслойная техника. Для получения требуемого обзора исследуемой площади должно быть выполнено соответствующее количество снимков.

Т-271.1 Однослойная техника. При однослойной технике излучение проходит только через одну стенку сварного шва (материала), который изучают с целью приемки на радиограмме.

Т-271.2 Двухслойная техника. При невозможности использования однослойной техники, должна быть использована одна из следующих двухслойных техник.

(a) Просмотр одной слоя. В случае с материалами и сварными швами в компонентах может использоваться техника, при которой излучение проходит через две стенки, но на радиограмме для приемки изучается сварное соединение (материал) только на одной стенке, обращенной к пленке. Когда требуется полный обзор кругового сварного шва (материала), должно быть выполнено минимум три снимка, расположенных под углом 120 градусов друг к другу.

(b) Просмотр двух слоев. В случае с материалами и сварными швами компонентов внешним номинальным диаметром 3½ дюйма (89 мм) или менее, может использоваться техника, когда излучение проходит через две стенки, и на одной радиограмме для приемки изучается сварное соединение (материал) на обеих стенках. Для просмотра двух стенок должен использоваться эталон, расположенный только со стороны источника излучения. Необходимо следить за тем, чтобы не была нарушена требуемая геометрическая нерезкость. При невозможности соблюдения требуемой геометрической нерезкости, необходимо использовать просмотр одной стенки.

(1) При работе со сварными швами луч излучения может быть сдвинут с плоскости сварного шва на угол, достаточный для разделения изображений сварного шва со стороны источника излучения и со стороны пленки, так чтобы области, подлежащие интерпретации, не накладывались друг на друга. Когда требуется полный обзор, должно быть произведено минимум два снимка, расположенных под углом 90 градусов друг к другу для каждого соединения.

(2) В качестве альтернативы, луч излучения может быть расположен таким образом, чтобы изображения двух стенок накладывались. Когда требуется полный обзор, должно быть произведено минимум три снимка, расположенных под углом 90 или 120 градусов друг к другу для каждого соединения.

(3) При невозможности получить требуемый обзор с использованием минимального количества снимков, как указано в (b)(1) или (b)(2) выше, должны быть произведены дополнительные снимки.

[2] Схемы, изображающие размещение источника, пленки и эталона на сварных соединениях труб, приведены в Статье 2, Необязательное приложение А.

Т-272 Энергия излучения

Энергия излучения, применяемая для любой из радиографических техник, должна соответствовать требованиям к плотности и изображению эталонов чувствительности, согласно настоящей Статье.

Т-273 Направление излучения

Центральный пучок излучения должен, по возможности, быть направлен в центр рассматриваемого участка.

Т-274 Геометрическая нерезкость

Т-274.1 Определение геометрической нерезкости. Геометрическая нерезкость радиограммы должна определяться следующим образом:

$$U_g = Fd/D$$

где

U_g = геометрическая нерезкость

F = размер источника: максимальные проекционные размеры источника излучения (или эффективного фокуса) в плоскости, перпендикулярной расстоянию D от сварного шва или контролируемого объекта.

D = расстоянию от источника излучения до сварного шва или контролируемого объекта.

d = расстояние от сварного шва со стороны источника или контролируемого объекта до пленки.

D и d определяются от примерного центра рассматриваемого участка.

ПРИМЕЧАНИЕ: В качестве альтернативы может использоваться номограмма, как показано в Стандартном руководстве по радиографическому контролю SE-94.

Т-274.2 Ограничения геометрической нерезкости. Рекомендуемые максимальные значения геометрической нерезкости следующие:

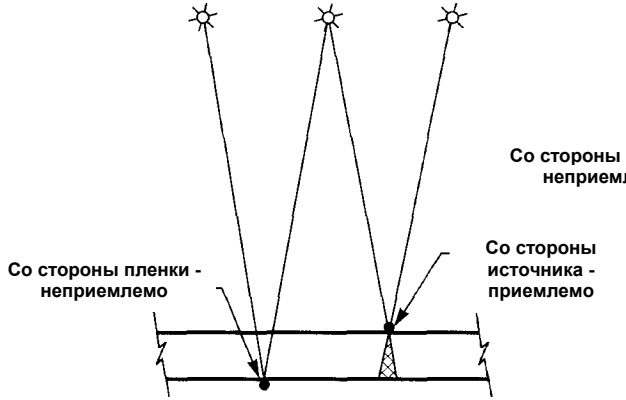
Толщина материала, дюймов (мм)	Максимум, дюймов (мм)
менее 2 (50)	0,020 (0,51)
2 до 3 (50-75)	0,030 (0,76)
свыше 3 до 4 (75-100)	0,040 (1,02)
свыше 4 (100)	0,070 (1,78)

ПРИМЕЧАНИЕ: Толщина материала – толщина, на которой основан выбор эталона чувствительности.

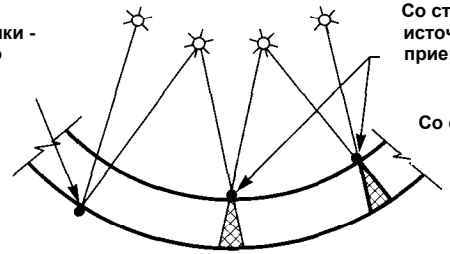
Т-275 Маркировочные знаки

Маркировочные знаки (см. рис. Т-275), которые на пленке должны присутствовать в качестве радиографического изображения, должны быть помещены на деталь, а не на кассету с пленкой. Их расположение должно быть перманентно отмечено на поверхности контролируемой детали, когда таковое

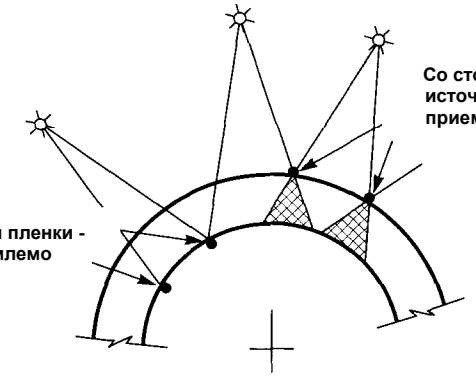
РИС. Т-275 РАСПОЛОЖЕНИЕ МАРКИРОВОЧНЫХ ЗНАКОВ



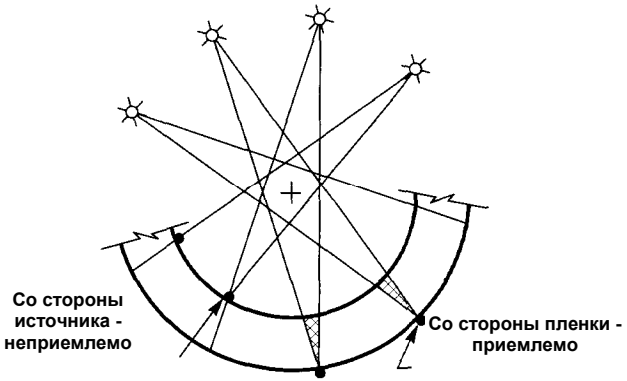
Плоский компонент или продольный шов
[См Т-275.1 (a)(1)]
[См. альтернативный вариант (e)]
(a)



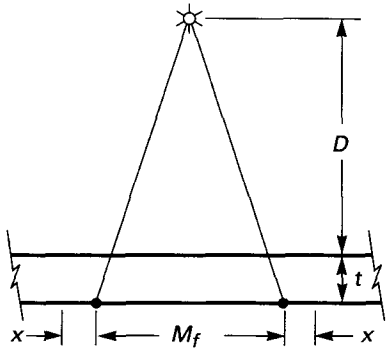
Изогнутый компонент, расстояние источник-пленка меньше радиуса компонента
[См. Т-275.1 (a)(2)]
(b)



Изогнутый компонент, выпуклая сторона развернута к источник
[См. Т-275.1 (a)(3)]
(c)



Изогнутый компонент, расстояние источник-пленка больше радиуса изгиба
[См. Т-275.1 (b)(1)]

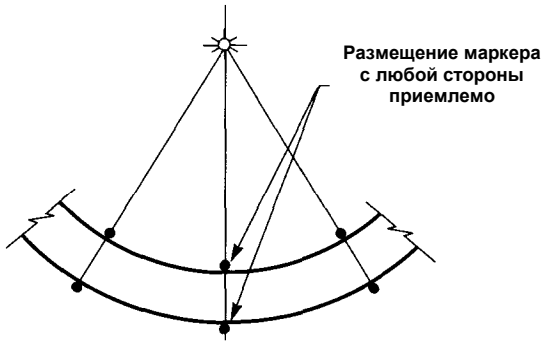


Альтернативное размещение маркировочных знаков
Плоский компонент или продольный шов

$$x = (t / D)\,(M_f / 2)$$

***x* =** дополнительный требуемый обзор за пределами знаков со стороны пленки
***t* =** толщина компонента
***M_f* =** интервал между знаками со стороны пленки
***D* =** расстояние источник-компонент

[См. Т-275.1 (b)(2)]
(e)



Изогнутые компоненты с источником излучения по центру кривой
[См. Т-275.1(c)]
(f)

УСЛ. ОБОЗНАЧЕНИЯ:
Источник излучения — ☼
Маркировочный знак — •
Центр компонента — +

разрешено, или на карте, таким образом, чтобы рассматриваемый участок на радиограмме мог быть точно соотнесен с его местоположением на детали в течение периода хранения радиограммы. На радиограмме также должны быть представлены доказательства того, что требуемый обзор исследуемой области был получен. Маркировочные знаки должны быть расположены следующим образом.

Т-275.1 Просмотр одного слоя

(a) Маркеры со стороны источника. Маркировочные знаки должны быть помещены со стороны источника при контроле следующих объектов:

(1) плоских компонентов или продольных соединений в цилиндрических или конических компонентах;

(2) изогнутых или сферических компонентов, вогнутая сторона которых развернута к источнику и когда расстояние «источник-материал» меньше внутреннего радиуса компонента;

(3) изогнутых или сферических компонентов, выпуклая сторона которых развернута к источнику.

(b) Маркеры со стороны пленки

(1) Маркировочные знаки должны быть помещены со стороны пленки при контроле изогнутых или сферических компонентов, вогнутая сторона которых развернута к источнику и когда расстояние «источник-материал» больше внутреннего радиуса компонента

(2) В качестве альтернативны размещению маркеров со стороны источника в Т-275.1 (a)(1), маркировочные знаки могут быть размещены со стороны пленки, в том случае, когда радиограмма покрывает область, находящуюся за маркерами в той мере, в которой это изображено на рис. Т-275, схема (e), и при условии что данная вариативность зафиксирована согласно Т-291.

(c) Маркеры с любой стороны. Маркировочные знаки могут быть размещены либо со стороны источника, либо со стороны пленки при контроле изогнутых или сферических компонентов, вогнутая сторона которых развернута к источнику и когда расстояние «источник-материал» равно внутреннему радиусу компонента.

Т-275.2 Просмотр двух слоев. При просмотре двух стенок, по крайней мере, один маркировочный знак должен быть помещен рядом со сварным соединением (или на материал рассматриваемого участка) для каждой радиограммы.

Т-275.3 Нанесение на карту расположения маркировочных знаков. В случае, когда размещение маркировочных знаков невозможно ввиду недоступности или прочих ограничений, как указано в Т-275.1 и Т-275.2, к радиограммам должна быть приложена масштабная карта расположения маркировочных знаков для того, чтобы продемонстрировать полноту обзора рассматриваемого участка.

Т-276 Выбор эталона чувствительности

Т-276.1 Материал. В зависимости от обстоятельств эталоны должны быть изготовлены либо из той же группы и класса материалов сплава, как указано в SE-1025, или SE-747, или из группы и класса материалов сплава с меньшей поглощающей способностью, чем контролируемый материал.

Т-276.2 Размер. Обозначенное отверстие пластинчатого эталона или основная проволочка должны соответствовать параметрам, указанным в Таблице Т-276. Эталон может быть заменен более толстым или более тонким при любой толщине сечения, указанной в Таблице Т-276, при условии сохранения эквивалентной чувствительности эталона. См. Т-283.2.

(a) Сварные соединения с усилением шва. Для выбора эталона за основу берется номинальная толщина одной стенки с прибавлением предполагаемой толщины усиления, которые не должны превышать максимально разрешенных соответствующим разделом Норм и правил. Кольцевые и полосовые подкладки не должны считаться составляющей толщины при выборе эталона. Фактические размеры усиления сварного шва не требуются.

(b) Соединения без усиления. Для выбора эталона за основу берется номинальная толщина одной стенки. Кольцевые и полосовые подкладки не должны считаться составляющей толщины при выборе эталона.

Т-276.3 Сварные швы, соединяющие разнородные материалы, или сварные швы, использующие разнородный присадочный металл. В случаях, когда присадочный металл относится к группе или классу сплавов с отличным от основного материала коэффициентом ослабления радиации, выбор материала эталона должен производиться на основании металла сварного шва и согласно пункту Т-276.1. При невозможности соответствовать ограничениям плотности, установленным в Т-282.2, при помощи одного эталона, и при нахождении зон исключительной плотности на стыке металла сварного шва и основного металла, выбор материала дополнительного эталона должен производиться на основании основного металла и согласно пункту Т-276.1.

Т-277 Использование эталонов чувствительности для мониторинга радиографического контроля

Т-277.1 Размещение эталонов чувствительности

(a) Эталоны со стороны источника. Эталон(ы) должен быть размещен на контролируемой детали со стороны источника, за исключением условий описанных в Т-277.1(b).

Когда, ввиду конфигурации детали или сварного шва, невозможно установить эталон(ы) на деталь или сварное соединение, эталоны могут быть размещены на отдельном блоке. Блоки должны быть изготовлены из того же материала или материала со схожими радиографическими свойствами (как указано в SE-1025) и могут быть использованы для облегчения задачи размещения эталонов. Ограничений на толщину блока нет, при условии соблюдения требований на допустимое отклонение плотности эталона/рассматриваемого участка, установленных в Т-282.2.

(1) Эталон, расположенный на блоке со стороны источника, не должен быть расположен ближе к пленке, чем сторона контролируемого объекта, развернутая к источнику.

(2) Отдельный блок должен быть установлен как можно ближе к контролируемой детали.

(3) При использовании пластинчатых эталонов размеры блока должны превышать размеры эталона так, чтобы на радиограмме было видно изображение очертаний, по крайней мере, трех сторон изображения эталона.

(b) Эталоны со стороны пленки. В случае невозможности ручной установки эталона(-ов) со стороны источника эталон(-ы) должны быть размещены непосредственно на изучаемом объекте со стороны пленки. Свинцовая буква “F” должна быть установлена рядом или на эталоне(-ах), но не закрывая основное отверстие в случае использования пластинчатых эталонов чувствительности.

Таблица T-276
Выбор эталонов чувствительности

Диапазон номинальных толщин материала одной стенки		Эталон					
		Со стороны источника			Со стороны пленки		
дюймы	мм	Пластинчатый Номер	Существ. отверстия	Проволочный Основная проволочка	Пластинчатый Номер	Существ. отверстия	Проволочный Основная проволочка
до 0,25, вкл,	до 6,4, вкл,	12	$2T$	5	10	$2T$	4
Свыше 0,25 до 0,375	Свыше 6,4 до 9,5	15	$2T$	6	12	$2T$	5
Свыше 0,375 до 0,50	Свыше 9,5 до 12,7	17	$2T$	7	15	$2T$	6
Свыше 0,50 до 0,75	Свыше 12,7 до 19,0	20	$2T$	8	17	$2T$	7
Свыше 0,75 до 1,00	Свыше 19,0 до 25,4	25	$2T$	9	20	$2T$	8
Свыше 1,00 до 1,50	Свыше 25,4 до 38,1	30	$2T$	10	25	$2T$	9
Свыше 1,50 до 2,00	Свыше 38,1 до 50,8	35	$2T$	11	30	$2T$	10
Свыше 2,00 до 2,50	Свыше 50,8 до 63,5	40	$2T$	12	35	$2T$	11
Свыше 2,50 до 4,00	Свыше 63,5 до 101,6	50	$2T$	13	40	$2T$	12
Свыше 4,00 до 6,00	Свыше 101,6 до 152,4	60	$2T$	14	50	$2T$	13
Свыше 6,00 до 8,00	Свыше 152,4 до 203,2	80	$2T$	16	60	$2T$	14
Свыше 8,00 до 10,00	Свыше 203,2 до 254,0	100	$2T$	17	80	$2T$	16
Свыше 10,00 до 12,00	Свыше 254,0 до 304,8	120	$2T$	18	100	$2T$	17
Свыше 12,00 до 16,00	Свыше 304,8 до 406,4	160	$2T$	20	120	$2T$	18
Свыше 16,00 до 20,00	Свыше 406,4 до 508,0	200	$2T$	21	160	$2T$	20

на эталоне(-ах), но, не закрывая основное отверстие в случае использования пластинчатых эталонов чувствительности.

(c) ***Размещение эталонов на сварных швах — Пластинчатые эталоны.*** Эталон(-ы) может быть размещен рядом или на сварном шве. Идентификационный номер(-а) и, если используются, свинцовые буквы "F," не должны находиться на рассматриваемом участке, за исключением случаев невозможности иной установки ввиду конфигурации объекта.

A08 *(d)* ***Размещение эталонов чувствительности на сварных швах — Проволочные эталоны чувствительности.*** Эталоны чувствительности должны быть установлены на сварной шов, так чтобы длина проволок была направлена поперек шва. Идентификационный номер(-а) и, если используются, свинцовые буквы "F," не должны находиться на рассматриваемом участке, за исключением случаев невозможности иной установки ввиду конфигурации объекта.

A08 *(e)* ***Размещение эталонов чувствительности на прочих материалах.*** Идентификационный номер(-а) и, если используются, свинцовые буквы "F," могут находиться на рассматриваемом участке.

T-277.2 Количество эталонов. При использовании одной или более кассет с пленкой для экспонирования, на каждой рентгенограмме должно присутствовать, по крайней мере, одно изображение эталона, кроме случаев указанных в (b) ниже.

(a) ***Несколько эталонов.*** Если для соответствия требованиям T-282 необходимо использовать более одного эталона, один должен отображать самую светлую изучаемую область, другой – самую темную; считается, что промежуточные области имеют допустимую плотность.

(b) ***Особые случаи***[3]

(1) При работе с цилиндрическими компонентами, в которых источник размещается на оси компонента, для осуществления однократной экспозиции необходимо установить не менее трех эталонов, расположенных примерно под углом 120 градусов друг к другу при следующих условиях:

(a) При контроле всей окружности с использованием одной или более кассет с пленкой, или;

(b) При контроле секции или секций окружности, в которых длина между самыми дальними концами контролируемого участка дуги составляет 240 или более градусов, с использованием одной или более кассет с пленкой. Для получения необходимой расстановки эталонов может потребоваться дополнительное изменение местоположения пленки.

(2) В случае с цилиндрическими компонентами, в которых источник размещается на оси компонента для осуществления одной экспозиции, необходимо установить не менее трех эталонов, по одному на каждом конце участка дуги окружности и один в примерно установленном центре участка дуги, согласно следующим условиям:

(a) При контроле части окружности, длина которой больше 120 градусов, но меньше 240 с использованием двух и более кассет с пленкой, или;

(b) При контроле секции или секций окружности, в которых длина между самыми дальними концами контролируемого участка дуги составляет менее 240 градусов, с использованием двух или более кассет с пленкой.

(3) В (1) и (2) вышеуказанных пунктах, когда секции продольных сварных швов, соединяющиеся с круговыми швами, контролируются совместно с круговыми швами, необходимо поместить дополнительный эталон на каждом продольном шве в конце секции, наиболее удаленном от соединения с контролируемым круговым сварным швом.

(4) В случае со сферическими компонентами, в которых источник помещается в центре компонента для осуществления одной экспозиции, необходимо установить не менее трех эталонов, расположенных примерно под углом 120 градусов друг к другу при следующих условиях:

(a) При контроле всей окружности с использованием одной или более кассет с пленкой, или;

[3] Дополнительные указания см. в Необязательном приложении D.

(b) При контроле секции или секций окружности, в которых длина между самыми дальними концами контролируемого участка дуги составляет 240 или более градусов, с использованием одной или более кассет с пленкой. Для получения необходимой расстановки эталонов может потребоваться дополнительное изменение местоположения пленки.

(5) В случае со сферическими компонентами, в которых источник размещается в центре компонента для осуществления одной экспозиции, необходимо установить не менее трех эталонов, по одному на каждом конце контролируемого участка дуги окружности и один в примерно установленном центре участка дуги, при следующих условиях:

(a) При контроле части окружности, длина которой больше 120°, но 240° с использованием только одной кассеты с пленкой, или;

(b) При контроле секции или секций окружности, в которых длина между самыми дальними концами контролируемого участка дуги составляет менее 240 градусов, с использованием двух или более кассет с пленкой.

(6) В (4) и (5) вышеуказанных пунктах, когда одновременно с круговыми сварными швами контролируются прочие соединения, один дополнительный эталон должен быть размещен на каждом таком соединении.

(7) В случае с сегментами плоских или изогнутых (т.е., эллипсоидных, коробовых, тороконических, эллиптических и т.д.) компонентов, в которых источник размещается перпендикулярно центру длины шва для однократной экспозиции с использованием более чем трех кассет с пленкой, необходимо установить не менее трех эталонов, по одному на каждом конце участка контролируемого участка, и один в примерно установленном центре участка.

(8) При контроле цепочки компонентов расположенных по кругу, на изображении каждого компонента должен присутствовать, по крайней мере, один эталон.

(9) С целью сохранения связности цепочки из последовательных снимков, все рентгенограммы с присутствием эталонов, определяющих технику, разрешенную согласно вышеуказанным пунктам с (1) по (7) должны быть сохранены.

T-277.3 Прокладки под пластинчатыми эталонами. В случае со сварными швами, между контролируемой деталью и эталоном, при необходимости, должна помещаться прокладка из материала, сходного по своим радиографическим свойствам со сварочным металлом, так чтобы радиографическая плотность на всем рассматриваемом участке не была более чем на 15% меньше (светлее), чем радиографическая плотность через эталон.

Размеры прокладки должны превышать размеры эталона таким образом, чтобы на изображении эталона были видны очертания, по меньшей мере, трех сторон эталона.

T-280 ОЦЕНКА

T-281 Качество рентгенограмм

Все рентгенограммы не должны иметь механических, химических и прочих дефектов, в той мере, в которой последние могут скрыть или быть приняты за несплошность на рассматриваемом участке контролируемого объекта. Такие дефекты включают, но не ограничиваются:

(a) потускнение;

(b) дефекты проявки, такие как прожилки, водяные пятна, или химические пятна;

(c) царапины, отпечатки пальцев, складки, загрязнение, статические отметки, пятна или надрывы;

(d) ложное изображение ввиду дефектных экранов.

T-282 Плотность рентгенограммы

T-282.1 Ограничения плотности. Плотность пленки в проходящем свете на всей площади радиографического изображения соответствующего пластинчатого эталона или изображения смежного с обозначенной проволокой проволочного эталона и рассматриваемого участка должна быть минимум 1,8 на отдельных рентгенограммах, полученных при помощи источника рентгеновского излучения и минимум 2,0 на рентгенограммах, полученных при помощи источника гамма излучения. При композиционном просмотре нескольких снимков, каждая пленка композитного набора должна иметь оптическую плотность минимум 1,3. Максимальная плотность – 4,0 для отдельных или композитных снимков. Допустимое изменение плотности по показаниям денситометра – 0,05 единиц плотности.

T-282.2 Изменение плотности

(a) Общее. Если плотность рентгенограммы на любой части рассматриваемого участка отличается на 15% в меньшую сторону или 30% в большую сторону от плотности изображения пластинчатого эталона или изображения смежного с обозначенной проволокой проволочного эталона, но находится в пределах допустимых границ плотности, обозначенных в T-282.1, должно быть произведен повторный снимок с использованием дополнительных эталонов для каждого отклоняющегося участка. При расчете допустимого отклонения в плотности, полученная цифра может быть округлена с точностью до 0,1 в пределах границ, установленных в T-282.1.

(b) С прокладками. При использовании прокладок с пластинчатыми эталонами допустимо превышение 30% ограничения в большую сторону, указанного в пункте (a) выше, требования на минимальную плотность эталона, установленные в T-282.1, не являются применимыми к эталону, при условии, что чувствительность эталона соответствует требованиям T-283.1.

T-283 Чувствительность эталона

T-283.1 Требуемая чувствительность Радиография должна быть проведена с использованием техники, дающей достаточную чувствительность для отображения обозначенного отверстия пластинчатого эталона и основного отверстия или основной проволоки проволочного эталона. Рентгенограммы также должны отображать идентифицирующие номера и буквы эталонов. Если обозначенный пластинчатый эталон и основное отверстие, или основная проволока, не видны ни на одной пленке при использовании многопленочной техники, но видны при составном просмотре, интерпретация разрешается только при составном просмотре. A08

T-283.2 Эквивалентная чувствительность пластинчатого эталона. Вместо требуемого пластинчатого эталона может быть использован более тонкий или толстый эталон, при условии достижения аналогичной или лучшей чувствительности, как указано в Таблице T-283, и выполнения всех прочих требований радиографии. Эквивалентная чувствительность эталона

показана в любом ряду Таблицы Т-283, который содержит требуемый эталон и отверстие. Лучшая чувствительность эталона показана в любом ряду Таблицы Т-283, который находится выше ряда с эквивалентной чувствительностью. Если требуемый эталон и отверстие не представлены в таблице, для установления эквивалентной чувствительности может быть использован ряд таблицы с ближайшим более тонким эталоном.

ТАБЛИЦА Т-283
ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ
ПЛАСТИНЧАТОГО ЭТАЛОНА

Номер эталона	Обозначения эквивалентного пластинчатого эталона	
2 *T* Отверстие	1 *T* Отверстие	4 *T* Отверстие
10	15	5
12	17	7
15	20	10
17	25	12
20	30	15
25	35	17
30	40	20
35	50	25
40	60	30
50	70	35
60	80	40
80	120	60
100	140	70
120	160	80
160	240	120
200	280	140

Т-284 Чрезмерное обратное рассеяние

Если на темном фоне радиограммы появляется светлое изображение "B," как описано в Т-223, защита от обратного рассеяния не является достаточной, и радиограмма должна быть признанна неприемлемой. Темное изображение "B" на более светлом фоне не является причиной для отбраковки.

Т-285 Оценка Изготовителем

Изготовитель должен нести ответственность за описание, интерпретацию, оценку и приемку готовых радиограмм для того, чтобы гарантировать соответствие требованиям Статьи 2 и соответствующего Раздела Норм и правил. С целью облегчения описания и оценки должна быть предварительно заполнена документация по радиографической технике, требуемая согласно Т-291. Форма описания радиограммы, требуемая согласно Т-292, должна быть заполнена во время оценки. Подробное описание радиографической техники и форма описания радиограммы должны прилагаться к радиограмме. Приемка должна быть завершена до предоставления радиограмм и прилагаемой документации Инспектору.

Т-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-291 Документация по радиографической технике

Изготовитель должен подготовить и зафиксировать документально подробности радиографической техники. Минимально, должна присутствовать следующая информация.

(a) идентификация согласно Т-224

(b) масштабная карта (при наличии таковой) размещения маркировочных знаков согласно Т-275.3

(c) количество радиограмм (экспозиций)

(d) Напряжение рентгеновских лучей или тип изотопа

(e) размер источника *(F* в Т-274.1)

(f) тип и толщина основного материала, толщина сварки, толщина усиления шва, в зависимости от обстоятельств

(g) расстояние источник-объект *(D* в Т-274.1)

(h) расстояние от стороны объекта, обращенной к источнику до пленки *(d* в Т-274.1)

(i) Изготовитель пленки и тип/обозначение Изготовителя

(j) количество пленок в каждой кассете

(k) однослойная или двухслойная экспозиция

(I) однослойный или двухслойный просмотр

Т-29 Форма описания радиограммы

Изготовитель должен подготовить форму описания радиограммы. Минимально должна присутствовать следующая информация.

(a) перечисление всех мест расположения радиограммы

(b) информация, требуемая согласно Т-291, посредством включения или сноски

(c) оценка или расположение проконтролированных материала(-ов) или сварного шва (-ов)

(d) идентификация (имя) представителя Изготовителя, осуществившего окончательную приемку радиограмм

(e) дата осуществления оценки Изготовителем

Статья 2
Обязательные приложения

ПРИЛОЖЕНИЕ I — ДВИЖУЩАЯСЯ РАДИОГРАФИЯ

I-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Движущаяся радиография – это техника радиографического анализа, в которой контролируемый объект и/или источник излучения находятся в движении во время экспонирования.

Движущаяся радиография может осуществляться на сварных изделиях при условии соответствия следующим положениям, измененным по сравнению со Статьей 2.

I-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

I-223 Расположения символа обнаружения обратного излучения.

(a) В случае с продольными швами свинцовые символы "B" должны быть присоединены к задней части каждой кассеты или размещены с примерно одинаковыми интервалами, не превышающими 36 дюймов (914 мм), в зависимости от того, в каком случае интервалы будут меньше.

(b) В случае с круговыми сварными швами, свинцовые символы "B" должны быть присоединены к задней части кассеты в каждом квадранте или расположены с интервалами, не превышающими 36 дюймов (914 мм), в зависимости от того, в каком случае интервалы будут меньше.

I-260 КАЛИБРОВКА

I-263 Ширина луча

Ширина луча должна контролироваться металлической диафрагмой, такой как свинцовая. Диафрагма для выбранной энергии должна быть толщиной, по крайней мере, 10 слоев половинного поглощения.

Ширина луча, как показано на рисунке 1-263, должна быть определена по формуле:

$$w = \frac{c\,(F + a)}{b} + a$$

где

w = ширина луча, на стороне сварного шва, обращенной к источнику, измеренная по ходу движения

a = ширина прорези в диафрагме по ходу движения

b = расстояние от источника до стороны диафрагмы, обращенной к сварному шву.

c = расстояние от стороны диафрагмы, обращенной к сварному шву до поверхности шва, обращенной к источнику.

F = размер источника: максимальный проекционный размер источника излучения (или фокуса) в плоскости, перпендикулярной расстоянию $b + c$, от контролируемого сварного шва

ПРИМЕЧАНИЕ: Используйте величины в одних единицах измерения.

I-270 КОНТРОЛЬ

I-274 Геометрическая и нерезкость в движении

I-274.1 Геометрическая нерезкость. Геометрическая нерезкость для движущейся радиографии должна определяться согласно T-274.1.

I-274.2 Нерезкость в движении. Нерезкость в движении радиограммы должна определяться согласно:

$$U_M = \frac{wd}{D}$$

где

U_M = нерезкость в движении

w = ширина луча, на стороне сварного шва, обращенной к источнику, измеренная по ходу движения, определенная, как указанно в 1-263

d = расстояние от стороны сварного шва, обращенной к источнику до пленки.

D = расстояние от источника излучения до контролируемого сварного шва.

ПРИМЕЧАНИЕ: Используйте величины в одних единицах измерения..

I-274.3 Ограничение нерезкости. Рекомендуемые максимальные значения геометрической нерезкости и нерезкости в движении представлены в T-274.2.

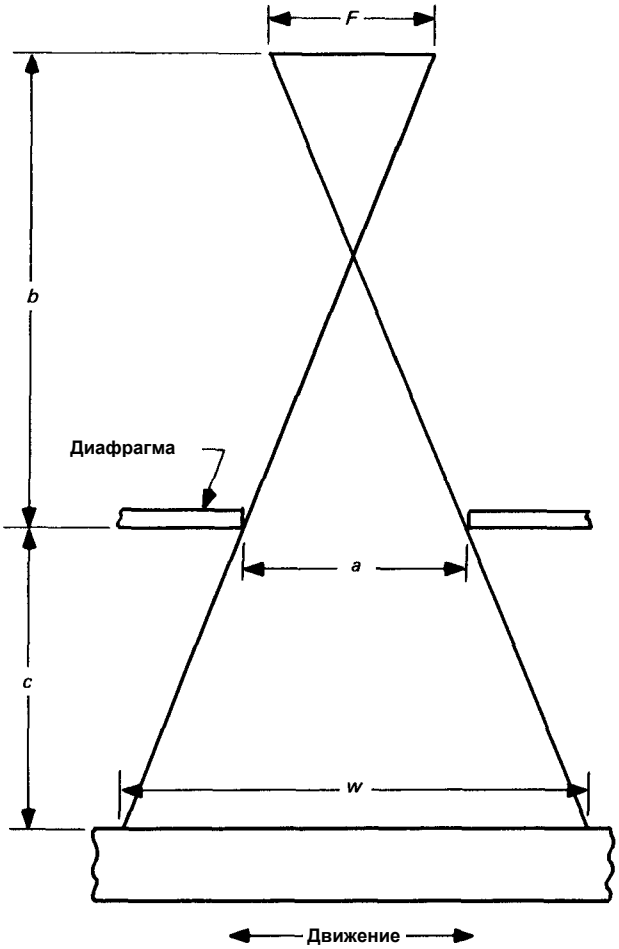
I-275 Маркировочные знаки

Маркировочные знаки должны быть размещены рядом со сварными швами на конце каждой кассеты с пленкой, а также с примерно одинаковыми интервалами, не превышающими 15 дюймов (381 мм).

I-277 Размещение и количество эталонов

(a) В случае с продольными швами, пластинчатые эталоны должны быть размещены рядом и с каждой стороны сварного шва или на самом шве в начале и в конце шва и затем с примерно одинаковыми интервалами, не превышающими 36 дюймов (914 мм) или на каждой кассете с пленкой. При использовании проволочных эталонов, последние должны быть размещены на сварном шве, направление проволок должно быть поперек шва, и они должны быть расположены, как было описано выше для пластинчатых эталонов.

РИС. I-263 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЛУЧА



(b) В случае с круговыми сварными швами, пластинчатые эталоны должны быть размещены рядом и с каждой стороны сварного шва или на самом шве в каждом квадранте или расположены с интервалами, не превышающими 36 дюймов (914 мм), в зависимости от того, в каком случае интервалы будут меньше. При использовании проволочных эталонов, последние должны быть размещены на сварном шве, направление проволок должно быть поперек шва, и расположены, как было описано выше для пластинчатых эталонов.

I-279 Отремонтированная зона

При контроле отремонтированной зоны длина пленки должна быть не менее расстояния между маркировочными знаками при первичной расстановке.

ПРИЛОЖЕНИЕ II — РАДИОСКОПИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

II-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Радиоскопия в реальном времени позволяет получать ответное изображение немедленно с возможностью следить за движением контролируемой детали. Сюда также входит радиоскопия, в которой движение контролируемого объекта должно быть ограниченно (обычно называемая радиоскопией в около реальном времени).

Радиоскопия в реальном времени может осуществляться на материалах, включая литье и сварные изделия при условии соответствия низменным положениям Статьи 2, как указано в настоящем. SE-1255 должен использоваться совместно с данным Приложением, как указывается в специальных сносках в соответствующих пунктах. В SE-1416 предоставлена дополнительная информация, которая может быть использована для радиоскопического исследования сварных соединений.

II-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Данная радиоскопическая методика может использоваться для контроля черных и цветных металлов и сварных изделий.

II-221 Требования к процедуре

Процедура должна быть зафиксирована в письменном виде и содержать минимум следующую информацию (см. SE-1255, 5.2):

(a) диапазон толщин и материал
(b) квалификационные испытания оборудования
(c) план сканирования контролируемого объекта
(d) радиоскопические параметры
(e) параметры обработки изображения
(f) параметры отображения изображения
(g) архивация изображения

II-230 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

II-231 Протокол радиоскопического исследования

Все данные радиоскопического исследования должны быть записаны и сохранены на видеокассете, магнитном диске или оптическом диске.

II-235 Эталонный образец

Эталонный образец должен быть выполнен из того же типа материала и иметь ту же форму, что и контролируемый объект. Эталонным образцом может служить реальный контролируемый объект, или же он может быть изготовлен по подобию с контролируемым объектом с известными заранее несплошностями.

II-236 Калиброванный контрольный шаблон пары линий и ступенчатый клин

Контрольный шаблон пары линий должен использоваться без дополнительного абсорбента для определения разрешающей способности системы. Ступенчатый клин должен использоваться для определения контрастной чувствительности системы.

Ступенчатый клин должен быть изготовлен из того же материала, что и контролируемый объект, со ступенями, представляющими 100%, 99%, 98% и 97% как самой толстой, так и самой тонкой части сечения материала. Допускаются дополнительные ступени толщины материала.

II-237 Эквивалентный уровень производительности

Система с показателями разрешения 3 пары линий на миллиметр, контрастной чувствительностью тонкой секции 3%, контрастной чувствительностью толстой секции 2% имеет эквивалентный уровень производительности 3% — 2% — 3 пар линий/мм.

II-260 КАЛИБРОВКА

Калибровка системы должна осуществляться в статическом режиме, посредством достижения показателей разрешения контрольного шаблона пары линий, контрастной чувствительности ступенчатого клина и определения несплошностей эталонного образца, необходимых для выполнения эталонных требований пункта T-276.

II-263 Измерение производительности системы

Параметры производительности радиоскопической системы в реальном времени должны быть определены при первичном использовании и регулярно контролироваться в процессе работы системы для обеспечения достоверности результатов. Производительность системы должна контролироваться с соответствующими перерывами с целью минимизации вероятности зависящей от времени вариативности производительности. Проверки производительности системы требуют использования эталонного образца, контрольного шаблона пар линий и ступенчатого клина.

Техники измерения производительности системы должны быть стандартизированы, так чтобы было возможно воспроизводить уже готовую технику с установленными перерывами.

II-264 Измерения при помощи эталонного образца

Эталонный образец должен быть установлен в ту же позицию, что и фактический объект и должен передвигаться в том же диапазоне расстояний и скорости, который будет использоваться в случае с фактическим объектом исследования, для демонстрации отклика системы в динамическом режиме.

II-270 КОНТРОЛЬ

II-278 Конфигурация системы

Система радиоскопического контроля должна минимально включать следующие компоненты:

(a) источник излучения
(b) систему манипулирования
(c) систему обнаружения
(d) систему обработки информации
(e) систему вывода изображения
(f) систему архивации протоколов

II-280 ОЦЕНКА

II-286 Факторы, воздействующие на производительность системы

Качество производительности системы радиоскопического контроля определяется общей производительностью компонентов, указанных в 11-278. (См. SE-1255, 6.1.)

При использовании проволочных эталонов, система радиоскопического контроля может иметь асимметричную чувствительность, поэтому, ось диаметра проволоки должна быть ориентирована вдоль оси наименьшей чувствительности системы.

II-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

II-291 Информация по радиоскопической технике

С целью облегчения интерпретации данных радиоскопического исследования, к данным должно прилагаться подробное описание использованной техники. Минимально, информация должна включать пункты, указанные в T-291, когда применимо, 11-221, и следующие:

(a) информацию об операторе
(b) контрольные данные по производительности системы

II-292 Оценка Изготовителем.

Перед передачей информации инспектору для осуществления приемки данные контроля должны быть интерпретированы Изготовителем согласно соответствующему разделу Норм и правил. Изготовитель должен зафиксировать интерпретацию и местоположение каждой сварной детали в форме описания радиографической интерпретации, прилагаемой к данным радиоскопии.

ПРИЛОЖЕНИЕ III — ПОЛУЧЕНИЕ, ОТОБРАЖЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО И РАДИОСКОПИЧЕСКОГО ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ.

III-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Получение, отображение и хранение цифрового изображения может быть применимо к радиографии и радиоскопии. После конвертирования аналогового изображения в цифровой формат, данные могут отображаться, обрабатываться, копироваться, храниться, извлекаться и конвертироваться обратно в аналоговый формат, например, в пленку или видео презентацию.

Цифровое представление результатов всех радиографических и радиоскопических исследований должно быть осуществлено в соответствии с измененными положениями Статьи 2, как указано в настоящем.

III-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

III-221 Требования к процедуре

Процедура должна быть зафиксирована в письменном виде и содержать, по крайней мере, следующие параметры производительности системы:

(a) параметры оцифровки изображения — функция передачи модуляции (ФПМ), разрешение пар линий, контрастная чувствительность, и динамический диапазон
(b) параметры вывода изображения — формат, контраст, увеличение
(c) используемые параметры обработки изображения
(d) хранение — идентификация, сжатие данных и носители (включая меры предосторожности для предотвращения потери данных)
(e) формат выходных аналоговых данных

III-222 Артефакты оригинального изображения

Любые артефакты, определяемые на оригинальном изображении, должны быть указаны или прокомментированы на цифровом изображении.

III-230 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

III-231 Протокол изучения цифрового изображения

Все данные по изучению цифрового изображения должны быть записаны и сохранены на видеокассете, магнитном диске или оптическом диске.

III-234 Оценка изображений

Цифровое изображение должно быть оценено посредством визуального сравнения во время оцифровки и признано эквивалентным по качеству изображения оригинальному изображению.

III-236 Калиброванный оптический контрольный шаблон пар линий и оптический ступенчатый клин

Для оценки функция передачи модуляции (ФПМ) системы должен использоваться оптический контрольный шаблон пар линий, работающий в диапазоне от 0,1 до 4,0 единиц оптической плотности. Ступенчатый клин оптической плотности должен использоваться для оценки контрастной чувствительности системы.

III-250 ПОЛУЧЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

III-255 Рассматриваемый участок

Любая часть данных изображения может быть оцифрована и сохранена в цифровом виде при условии, что оцифрованная и сохраненная информация изображения включает рассматриваемый область, как указано в соответствующем Разделе Норм и правил.

III-258 Конфигурация системы

Система должна минимально включать в себя следующие компоненты:

(a) систему оцифровки
(b) систему вывода информации на дисплей
(c) систему обработки изображения
(d) систему хранения изображения

III-260 КАЛИБРОВКА

Система должна быть откалибрована для функции передачи модуляции (ФПМ), динамического диапазона и контрастной чувствительности.

III-263 Измерение производительности системы

Параметры производительности системы (как указано в 111-221) должны быть определены при первичном использовании и проходить регулярный контроль в процессе работы системы для обеспечения достоверности результатов. Производительность системы должна быть проконтролирована в начале и в конце каждой смены с целью минимизации вероятности зависящей от времени вариативности производительности.

III-280 ОЦЕНКА

III-286 Факторы, влияющие на производительность системы.

Качество производительности системы определяется общей производительностью компонентов, указанных в III-258.

III-287 Артефакты, вызванные работой системы

Цифровое изображение не должно содержать артефактов, вызванных работой системы, могущих скрыть или быть принятыми за несплошность на рассматриваемом участке на оригинальном аналоговом изображении.

III-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

III-291 Информация по технике цифрового изображения

С целью облегчения интерпретации цифровых данных исследования к данным должно прилагаться подробное описание использованной техники. Минимально, информация должна включать пункты, указанные в T-291, когда применимо, III-221, III-222, и следующее:

(a) Ф.И.О. оператора

(b) данные проверки производительности системы

III-292 Оценка Изготовителем

Перед передачей информации инспектору для осуществления приемки цифровые данные радиографического и радиоскопического контроля должны быть интерпретированы Изготовителем согласно соответствующему разделу Норм и правил

Цифровые данные исследования, полученные с радиограммы, ранее принятой инспектором, не требуют осуществления приемки Инспектором.

ПРИЛОЖЕНИЕ IV — ИНТЕРПРЕТАЦИЯ, ОЦЕНКА И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО И РАДИОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, ПРОИЗВОДИМЫХ ПРИ ПОМОЩИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

IV-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Результаты проверки контроля, представленные в виде цифрового изображения, полученные в соответствии со Статьей 2, Обязательное приложение II, и Статьей 2, Обязательное приложение III, могут быть интерпретированы и оценены для принятия окончательного решения согласно дополнительным положениям к Статье 2, как указано в настоящем документе.

Цифровую информацию получают последовательно с радиографией и параллельно с радиоскопией. Данный процесс сбора информации также предусматривает интерпретацию, оценку и принятие решения по результатам исследования.

IV-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Интерпретация цифрового изображения должна проводиться во время его отображения на мониторе. Интерпретация может предполагать регулировку плотности и контраста, количественное определения и измерение пикселей, включая измерения значений цифровой или оптической плотности и измерение линейных размеров и площади.

Интерпретация оцифрованного изображения основывается на такой же субъективной оценке, производимой квалифицированным специалистом, как и в случае с интерпретацией радиографического и радиоскопического изображения. Во время интерпретации должны быть приняты во внимание некоторые важные параметры, включая: рассматриваемый участок, качество изображения, изображение эталона чувствительности, увеличение, плотность, контраст, форма несплошности (круглая, линейная, неправильной формы) и определение артефактов.

Интерпретация цифрового изображения результатов радиографического и радиоскопического исследований должна осуществляться согласно дополнительным положениям к Статье 2, как указано в настоящем документе.

После завершения интерпретации данные интерпретации и цифровое изображение, включающее необработанное полное оригинальное изображение и прошедшее цифровую обработку изображение, должны быть записаны и сохранены на видео кассете, магнитной ленте или оптическом диске.

IV-221 Требования к процедуре

Процедура должна быть зафиксирована в письменном виде и содержать минимум следующие параметры производительности системы:

(a) параметры оцифровки изображения — функция передачи модуляции (ФПМ), разрешение пар линий, контрастную чувствительность, динамический диапазон и размер пикселя;

(b) параметры вывода изображения — размер монитора, включая размер пикселей дисплея, яркость формат, контраст, увеличение;

(c) параметры обработки сигнала — включая сдвиг плотности, схему контраста, логарифмическое преобразование и любые другие техники, которые не меняют математически оригинальные цифровые данные, например, одномерные и двумерные размеры, размеры пикселей и определение стоимости;

(d) хранение — идентификация, сжатие данных и носители (включая меры предосторожности для предотвращения потери данных). Для архивации данных должны использоваться нестираемые оптические носители. Данная технология часто называется технологией WORM (Write Once Read Many - с однократной записью и многократным считыванием). При осуществлении хранения на магнитных носителях или стираемых оптических носителях, должны быть обеспечены надлежащие меры безопасности для предотвращения незаконного изменения данных и обеспечения целостности данных.

IV-222 Артефакты оригинального изображения

Любые артефакты, определяемые на оригинальном изображении, должны быть указаны или прокомментированы на цифровом изображении.

IV-230 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

IV-231 Протокол изучения цифрового изображения

Все данные по изучению цифрового изображения должны быть записаны и сохранены на видеокассете, магнитном диске или оптическом диске.

IV-234 Оценка изображений

Цифровое изображение должно быть оценено с использованием надлежащей яркости монитора, техники вывода изображения и освещения помещения, необходимых для обеспечения точного визуального отображения деталей.

IV-236 Калиброванный оптический контрольный шаблон пар линий и оптический ступенчатый клин

Оптический контрольный шаблон пар линий, работающий в диапазоне от 0,1 до 4,0 единиц оптической плотности должны использоваться для оценки функции передачи модуляции (ФПМ) системы. Высокое пространственное разрешение 14 пар линий на миллиметр (пл/мм) переводится в размер пикселя 0,0014 дюйма (0,035 мм). Более низкое пространственное разрешение 2 пл/мм может быть осуществлено с размером пикселя 0,012 дюйма (0,3 мм). Ступенчатый клин оптической плотности должен использоваться для оценки контрастной чувствительности системы. В качестве альтернативного варианта, согласно SE-1647 может быть использован измеритель контрастной чувствительности (блок ступенчатого клина)

IV-250 ПОЛУЧЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

IV-255 Рассматриваемый участок

Оценка цифрового изображения должна включать оценку всех областей изображения, определяемых как рассматриваемый участок в соответствующем разделе Норм и правил.

IV-258 Конфигурация системы

Система должна минимально включать в себя следующие компоненты:

(a) систему получения цифрового изображения
(b) систему вывода информации на дисплей
(c) систему обработки изображения
(d) систему хранения изображения

IV-260 КАЛИБРОВКА

Система должна быть откалибрована по функции передачи модуляции (ФПМ), динамическому диапазону и контрастной чувствительности. Электрические характеристики оборудования и качество цифрового изображения должны быть измерены и зафиксированы.

IV-263 Измерение производительности системы

Параметры производительности системы (как указано в 111-221) должны быть определены при первичном использовании и должны проходить регулярный контроль в процессе работы системы для обеспечения достоверности результатов. Производительность системы должна контролироваться в начале и в конце каждой смены с целью минимизации вероятности зависящей от времени вариативности производительности.

IV-280 ОЦЕНКА

IV-286 Факторы, воздействующие на производительность системы

Качество производительности системы радиоскопического контроля определяется общей производительностью компонентов, указанных в IV-258.

IV-287 Артефакты, вызванные работой системы

Цифровое изображение не должно содержать артефактов, вызванных работой системы, могущих скрыть или быть принятыми за несплошность на рассматриваемом участке на оригинальном аналоговом изображении.

IV-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

IV-291 Информация по технике цифрового изображения

С целью облегчения интерпретации цифровых данных исследования к данным должно прилагаться подробное описание использованной техники. Минимально, информация должна включать пункты, указанные в T-291 и 11-221, когда применимо, III-221, III-222, IV-221, IV-222 и следующие:

(a) Ф.И.О. оператора
(b) данные проверки производительности системы
(c) данные калибровки

IV-292 Оценка Изготовителем

Перед передачей информации инспектору для осуществления приемки, цифровые данные радиографического и радиоскопического контроля должны быть интерпретированы Изготовителем согласно соответствующему разделу Норм и правил.

Цифровые данные исследования, полученные с радиограммы, ранее принятой инспектором, не требуют осуществления приемки Инспектором.

ПРИЛОЖЕНИЕ V — ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

V-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное Обязательное приложение используется с целью установления стандартных терминов и определений терминов, относящихся к радиографическому контролю.

V-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

*(a)*Стандартная терминология Неразрушающего контроля (ASTM E 1316) была принята Комитетом под номером SE-1316.

(b) Раздел 7 SE-1316 содержит определение терминов перечисленных в V-230(a).

(c) Общие термины, такие как *Показание, Дефект, Несплошность, Оценка и т. д.*, см. Статью 1, Обязательное приложение I.

(d) Пункт V-230(b) содержит список терминов и определений, являющихся специфическими для данных Норм и правил. Пункт V-230(c) содержит список терминов и определений, являющихся специфическими для Раздела V, Статья 2, Приложение VI.

V-230 ТРЕБОВАНИЯ

(a) термины SE-1316 используемые в контексте данной Статьи: *аналоговое изображение, рассеянное обратное излучение, кассета, составной просмотр, контрастная чувствительность, схема контраста, денситометр, плотность (пленки), цифровой, цифровое изображение, оцифровывать, система получения цифрового изображения, стираемый оптический носитель, фокальное пятно, вуаль, геометрическая нерезкость, усиливающий экран, чувствительность эталона, пар линий на миллиметр, контрольный шаблон пары линий, маркировочный знак, яркость, магнитный носитель информации, оптическая плотность, фотостимулируемый люминесцентный фосфор, пиксель, размер пикселя, носитель информации, экран, источник, ступенчатый клин, артефакты, вызванные работой системы, денситометр для измерения в проходящем свете* и *плотность пленки, измеренная в проходящем свете.*

(b) Следующие термины Норм и правил используются в связи с данной Статьей:

комментировать: снабжать цифровое изображение разъяснительными примечаниями.

Калиброванный контрольный шаблон пар линий: см. *оптический контрольный шаблон пар линий.*

калиброванный ступенчатый клин: радиограмма с дискретными ступенями плотности, отражающая национальный стандарт.

сжатие данных: уменьшение размера набора цифровых данных для создания набора меньшего размера.

Сдвиг плотности: функция, которая повышает или понижает все значения плотности/шкалы уровней серого в равной степени при сохранении контраста в наборе данных.

Обозначенная проволочка: специальная проволочка, которая должна быть различима на радиографическом изображении проволочного эталона.

диафрагма: отверстие в непроницаемом для радиации материале, ограничивающее используемый размер пучка источника излучения.

Размер пикселя дисплея: длина и ширина самого маленького элемента выводимого изображения.

Динамический диапазон: рабочий диапазон устройства между верхней и нижней границей; диапазон может быть представлен в виде соотношения (например, 100:1) максимального уровня сигнала к уровню шума, числа измеряемых ступеней между верхним и нижним пределом, количества бит, необходимого для записи этого числа ступеней или максимальных и минимальных измеряемых значений.

эквивалентная чувствительность эталона: такая толщина пластинчатого эталона, выраженная в процентах от толщины детали, при которой отверстие *2T* было бы видно при тех же радиографических условиях.

Основное отверстие: специальное отверстие, которое должно быть различимо на радиографическом изображении пластинчатого эталона.

система обработки изображения: система, использующая математические алгоритмы для манипулирования данными цифрового изображения.

Пластинчатый эталон чувствительности: прямоугольная пластина, выполненная из материала с радиографическими свойствами, схожими со свойствами материала контролируемого объекта, с отверстиями малого диаметра *(1T, 2T* и 4*T*), используемая для оценки качества изображения на радиограмме.

проволочный: набор проволочек малого диаметра, выполненных из материала с радиографическими свойствами, схожими со свойствами материала контролируемого объекта, используемый для оценки качества изображения на радиограмме.

Система хранения изображения: система, позволяющая хранить данные цифрового изображения для его последующего использования.

Эталон (IQI): эталон чувствительности.

Разрешение пар линий: количество пар линий на единицу длины, различимых на изображении.

логарифмическое преобразование: функция, которая применяет логарифмическое преобразование данных ко всем значениям плотности/шкалы уровней серого изображения; данная операция часто производиться, когда получаемое распределение является нормальным или, если получаемое отношение с другой переменной линейное.

функция передачи модуляции (ФПМ): измерение пространственного разрешения как функции контраста; график таких переменных (пространственное разрешение и контраст) в результате дает кривую, представляющую частотную характеристику системы.

пробная страница ФА национального стандарта: рентгеновская пленка с дискретными шагами плотности, произведенная и сертифицированная признанной на государственном уровне организацией стандартизации.

Нестираемый оптический носитель (оптический диск): носитель информации, не допускающий стирания или изменения цифровых данных после их записи.

Ступенчатый клин оптической плотности: радиографическое изображение механического ступенчатого клина с приращениями точной толщины, может быть использован для соотнесения оптической плотности пленки с толщиной материала, также называемый пробной страницей ФА

эталон чувствительности: В Статье 2 более не используется; см. *эталон (IQI).*

количественное определение: определение или выражение значения (т.е. придание цифрового значения измерению и т. п.).

радиограмма: видимое изображение, рассматриваемое для приемки, создаваемое проникающей радиацией, воздействующей на регистрирующую среду; пленка на просмотровом устройстве или цифровое изображение на мониторе.

Радиографический контроль: неразрушающий метод, используемый для обнаружения несплошностей в материалах и компонентах, с применением проникающего излучения и регистрирующей среды для производства изображения.

чувствительность: наименьшая различимая деталь и/или изменение контраста (например, отверстие эталона или проволочка) на радиографическом изображении.

прокладка: материал, с радиографическими свойствами схожими со свойствами материала контролируемого объекта, помещаемый между пластинчатым эталоном и объектом с целью снижения оптической плотности на изображении пластинчатого эталона.

сторона, обращенная к источнику: та поверхность контролируемого рассматриваемого участка, которая расположена ближе к источнику излучения.

Калибровочная радиограмма ступенчатого клина: проявленная пленка с дискретными шагами плотности, прошедшая сверку с пробной страницей ФА национального стандарта.

Контрольная радиограмма ступенчатого клина: проявленная пленка с дискретными шагами плотности, прошедшая проверку с использованием калиброванного денситометра, используемого для определения, соответствуют ли производственные радиограммы ограничениям плотности.

WORM (write once read many): термин обозначающий тип носителя цифровой информации, на котором данные могут быть сохранены только один раз и много раз прочитаны (без разрушения).

(c) Следующие термины Норм и правил используются в контексте Статьи 2, Приложение VI:

Контрастная чувствительность: размер наименьшего определяемого изменения оптической плотности.

динамический диапазон: степень измеряемой оптической плотности, получаемой при однократном сканировании.

изображение: цифровое представление целевого изображения на соответствующей пленке, используемое для определения, как аспектов оцифровки, так и вывода изображения на дисплей системы оцифровки пленки.

эталонная пленка: одна промышленная радиографическая пленка, содержащая марки, необходимые для оценки и количественного определения производительности системы оцифровки пленки.

пространственная линейность: точность, с которой система оцифровки воспроизводит физические измерения информации на оригинальной пленке [как горизонтально (вдоль единой линии сканирования) так и вертикально (от одной линии сканирования к другой)].

Пространственное разрешение: размер наименьшего определяемого элемента оцифрованного изображения.

марка: физический шаблон на эталонной пленке, используемый для оценки производительности системы оцифровки пленки.

ПРИЛОЖНИЕ VI — ПОЛУЧЕНИЕ, ОТОБРАЖЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНИЯ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

VI-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Технология и процесс представления изображения в цифровом виде дают возможность оцифровки и хранения подробной информации, содержащейся на радиограмме (аналоговом изображении), таким образом, избавляя от необходимости хранить радиограммы для постоянного учета.

VI-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

VI-221 Дополнительные требования

VI-221.1 Дополнительная информация. Статья 2, Обязательные приложения III и IV, содержит дополнительную информацию, которая должна использоваться в качестве дополнения к требованиям данного Приложения. Эти дополнительные требования должны быть документально зафиксированы в письменной процедуре, требуемой настоящим Приложением.

VI-221.2 Эталонная пленка. Дополнение A содержит требования по изготовлению такой пленки.

VI-222 Письменная процедура

Требуется письменная процедура. Владелец радиограмм должен нести ответственность за письменную процедуру, которая должна быть предоставленная уполномоченному инспектору по атомной энергетике (АМ). При участии иных регулятивных и правоприменительных органов формальное соглашение требует также их одобрения. Письменная процедура должна также минимально включать следующие основные переменные:

VI-222.1 Описание системы оцифровки

(a) изготовитель и номер модели системы оцифровки;

(b) физический размер полезной площади монитора;

(c) размеры вмещаемой пленки сканирующего устройства;

(d) размер(-ы) пятна системы сканирования пленки;

(e) размер пикселя выводимого на дисплей изображения, определяемого ограничениями вертикального/горизонтального разрешения монитора;

(f) яркость видео дисплея; и

(g) носитель информации.

VI-222.2 Техника оцифровки

(a) размер пятна используемого цифратора (в микронах) (см. VI-232);

(b) техника сжатия данных без потерь, если таковая используется;

(c) метод проверки получения изображения;

(d) операции обработки изображения;

(e) период времени для поверки системы (см. VI-264);

(f) используемое пространственное разрешение (see VI-241);

(g) контрастная чувствительность (получаемый динамический диапазон) (см. VI-242);

(h) используемый динамический диапазон (см. VI-243); и *(i)* пространственная линейность системы (см. VI-244).

VI-223 Требования к персоналу

Аттестация персонала должна осуществляться следующим образом:

(a) Персонал Уровня II и Уровня III. Персонал Уровня II и Уровня III должен быть аттестован по методу радиографии в соответствии с требованиями Статьи 1. Кроме того, письменная практика работодателя должна описывать специальную подготовку и практический опыт персонала Уровня II и Уровня III, работающего с процессом представления изображения в цифровом виде и интерпретацией результатов и приемкой производительности системы. Подготовка и опыт должны быть указаны в личных свидетельствах сотрудника.

(b) Минимально, сотрудники Уровня II и III должны пройти 40 часов обучения и иметь 1 месяц практического опыта в технике процесса представления изображения в цифровом виде.

(c) Другой персонал. Персонал с ограниченной аттестацией, выполняющий операции, отличные от тех, что требуются для Уровня II или Уровня III, должен быть аттестован в соответствии со Статьей 1. Каждый сотрудник должен иметь специальную подготовку и практический опыт в осуществляемых им операциях.

VI-230 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

VI-231 Возможности системы.

Следующие возможности должны быть общими для всех систем обработки цифрового изображения:

(a) вывод изображения в прогрессивной развертке;

(b) WORM — хранение данных на носителе, с которого после записи данные можно только считывать, но нельзя стереть; и

(c) полностью обратимое (без потерь) сжатие данных (если используется сжатие данных).

VI-232 Размер пятна системы

Размер пятна системы оцифровки должен быть:

(a) 70 микронов, или менее для радиограмм, полученных излучением с энергией 1 МэВ; или

(b) 100 микронов или менее для радиограмм, полученных излучением с энергией свыше 1 МэВ.

VI-240 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ ТРЕБОВАНИЯ

Производительность системы должна быть определена при помощи цифрового представления эталонных марок (изображений). После записи эталонных марок, не допускается никакая регулировка системы, могущая повлиять на ее производительность.

VI-241 Пространственное разрешение

Пространственное разрешение должно быть определено согласно описанию в VI-251. Система должна иметь возможность выдавать разрешающую способность 7 пар линий/миллиметр (пл/мм) для систем производящих оцифровку с размером пятна 70 микронов или менее, или 5 пар линий/миллиметр для размеров пятна более 70 микронов.

VI-242 Контрастная чувствительность

Контрастная чувствительность должна быть определена согласно описанию в VI-252. Система должна иметь минимальную контрастную чувствительность 0,02 единицы оптической плотности.

VI-243 Динамический диапазон

Динамический диапазон должен быть определен, согласно описанию в VI-253. Система должна иметь минимальный динамический диапазон 3,5 единицы оптической плотности.

VI-244 Пространственная линейность

Пространственная линейность должна быть определена согласно описанию в VI-254. Система должна выдавать измеренный размер с точностью 3% от фактических размеров на эталонной пленке.

VI-250 ТЕХНИКА

Для определения производительности системы должна использоваться эталонная пленка, описанная в Дополнении А и на рис. VI-A-1. Системные установки должны быть отрегулированы для оптимизации отображения эталонных марок (изображений). Эталонная пленка и все последующие радиограммы должны быть отсканированы системой оцифровки с использованием данных оптимизированных установок.

VI-251 Оценка пространственного разрешения

Должны быть выбрано не менее двух сходящихся изображений пар линий (пары линий под углом 0°, 45°, и 90°), расположенных в противоположных углах области оцифровки и одно изображение, расположенное рядом с центром оцифровываемой эталонной пленки. Пространственное разрешение в каждой позиции и для каждого ориентирования должно быть зафиксировано как наивысший показатель пространственной частоты (определенный по имеющимся эталонным линиям), в котором наблюдается разделение светлых линий более темными линиями. Системное разрешение должно быть обозначено как самое низкое пространственное разрешение, полученное при оценке всех изображений разрешающей способности.

VI-252 Оценка контрастной чувствительности

Различие каждой ступени плотности и разница в плотности между ступенями должны быть оценены с использованием изображений контрастной чувствительности и оцифрованных изображений ступенчатой шкалы плотности (наблюдаемые изменения плотности должны быть показателем способности системы распознавать различия в 0,02 единицы плотности)

VI-253 Оценка динамического диапазона

Динамический диапазон системы оцифровки должен определяться путем нахождения последней видимой ступени плотности на обоих концах полосы плотности. Динамический диапазон должен быть измерен с точностью до 0,50 единиц оптической плотности.

VI-254 Оценка пространственной линейности

Система оцифровки должна быть настроена для считывания шкалы в дюймах на эталонной пленке. Затем, при помощи измерительного инструмента должны быть произведены измерения шкалы в вертикальном и горизонтальном направлении. Фактические размеры делятся на измеренные размеры для определения процентной погрешности в горизонтальном и вертикальном направлении.

VI-260 ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ В РАБОЧИХ УСЛОВИЯХ

VI-261 Демонстрационные испытания процедуры

Письменная процедура, описанная в VI-222, должна быть продемонстрирована Инспектору (ANI) и, если требуется, регулятивному органу, для подтверждения способности получать, отображать и воспроизводить аналоговые изображения с радиограмм. Данные демонстрационные испытания должны быть зафиксированы согласно требованиям VI-291.

VI-262 Обработанные Марки

Процесс оцифровки и используемое оборудование должны получить и отобразить марки, описанные в Дополнении А. Прошедшие цифровую обработку марки эталонной пленки должны быть использованы для проверки системы в рабочих условиях.

VI-263 Изменения основных переменных

Любые изменения существенных переменных, определенных в VI-222 и используемых для получения результата в VI-250, должны послужить причиной поверки системы в рабочих условиях.

VI-264 Периодичность поверки

Производительность системы должна быть определена согласно VI-262 в начале каждой смены оцифровки. Повторная поверка согласно VI-262 должна быть произведена в конце каждой смены или по истечении 12 часов непрерывной работы, в зависимости от того, что наступит раньше, или в любое время, если присутствует неуверенность в корректности работы системы.

VI-265 Изменения в производительности системы

Любые свидетельства об изменении производительности системы, описанной в VI-240, должны привести к признанию недействительными цифровых изображений, обработанных начиная с последней удачной поверки, и должны считаться основанием для повторной поверки.

VI-270 КОНТРОЛЬ

VI-271 Требования к производительности системы

Система оцифровки должна соответствовать требованиям, указанным в VI-240 перед началом оцифровки архивных радиограмм.

VI-272 Артефакты

Радиограммы должны быть визуально исследованы на наличие инородных материалов и артефактов (например, царапин, водных разводов) на рассматриваемом участке. Неудаляемые инородные материалы и артефакты должны быть документально зафиксированы.

VI-273 Калибровка

Калибровка специального набора параметров (т.е., размер пленки, диапазон плотности и пространственное разрешение) должна быть проведена согласно VI-240 и Дополнению А. Результаты должны быть документально зафиксированы.

VI-280 ОЦЕНКА

VI-281 Оценка способа

Исследователь Уровня II или Уровня III, описанных в VI-223(a), должен нести ответственность за то, чтобы способ представления изображения в цифровом виде позволял воспроизвести оригинальное аналоговое изображение. Затем, это цифровое изображение должно быть перенесено на нестираемый (WORM) оптический диск.

VI-282 Интерпретация

При использовании интерпретации радиограммы для осуществления приемки должны быть применимы требования Статьи 2, Обязательное приложение IV и соответствующего Раздела Норм и правил. Если для приемки аналоговые радиограммы должны просматриваться в комплексе, обе радиограммы должны быть оцифрованы. Цифровое изображение аналоговых радиограмм должно быть интерпретировано отдельно.

VI-283 Исходные данные

Цифровые изображения ранее принятых радиограмм могут быть использованы в качестве исходных данных для проведения последующих проверок в процессе работы.

VI-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

VI-291 Требования к отчетности

Следующие данные должны быть отражены в окончательном отчете:

(a) пространственное разрешение (VI-241);

(b) контрастная чувствительность (VI-242);

(c) периодичность поверки системы;

(d) динамический диапазон (VI-243);

(e) Техника, позволяющая проследить весь способ, от исходного компонента до радиограммы и ее цифрового отображения, включая оригинальный отчет(-ы) о радиографическом исследовании. (Для выполнения данного требования исходный отчет по радиографии может быть оцифрован);

(f) состояние исходных радиограмм (VI-281);

(g) демонстрационное испытание процедуры (VI-261); *(h)* пространственная линейность (VI-244);

(i) параметры производительности системы (VI-241); и *(j)* персонал, осуществляющий процесс представления изображения в цифровом виде (VI-223).

VI-292 Архивация

При использовании окончательного отчета и оцифрованной информации в качестве замены аналоговой радиограммы для постоянного хранения согласно требованиям соответствующего Раздела Норм и правил, вся информация, имеющая отношение к исходному процессу радиографии, должна быть отражена в окончательном отчете и обработана как часть цифровой записи. Если радиограммы подлежат уничтожению, требуется наличие копии нестираемого носителя информации WORM.

СТАТЬЯ 2

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ VI — ДОПОЛНЕНИЕ А

VI-A-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Эталонная пленка, описанная в данном дополнении, содержит набор марок, подходящих для оценки и количественного определения производительности системы оцифровки радиограмм. Эталонная пленка подходит для оценки процесса оцифровки радиографической пленки и процесса электронной реконструкции изображения.

Эталонная пленка должна использоваться для проведения демонстрационных испытаний производительности и оценки системы оцифровки для проверки рабочих параметров перед началом оцифровки радиограмм. Эталонная пленка предусматривает оценку пространственного разрешения, контрастной чувствительности, динамического диапазона и пространственной линейности.

VI-A-220 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

VI-A-221 Эталонная пленка

Эталонная пленка должна быть описана в VI-A-230 и VI-A-240.

VI-A-230 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

VI-A-231 Эталонные марки

Иллюстрация эталонной пленки и ее марок изображена на рис. VI-A-1.

VI-A-232 Марки Пространственного разрешения

Эталонная пленка должна содержать следующие марки пространственного разрешения:

VI-A-232.1 Марки сходящихся пар линий. Сходящиеся пары линий должны состоять из 3 идентичных групп, в каждой из которой не менее 6 сходящихся пар линий (6 светлых и 6 темных). Марки должны иметь максимальное разрешение не менее, чем 20 пар линий на миллиметр (пл/мм) и минимальное разрешение не более, чем 1 пл/мм. Три группы пар линий должны быть ориентированы вертикально, горизонтально и под углом 45 градусов к двум другим группам. Зона с максимальным разрешением должна быть развернута к углам пленки. Эталонные марки должны указывать пространственное разрешение на уровнях не менее, чем 1, 2, 3, 4, 5,6, 7, 8, 9, 10, 15, и 20 пл/мм. Марки пространственного разрешения должны быть размещены в каждом углу пленки необходимого размера.

VI-A-232.2 Марки параллельных пар линий. Параллельные пары линий должны состоять, по меньшей мере, из параллельных пар линий направленных вертикально на эталонной пленке. Они должны иметь максимальное разрешение не менее, чем 20 пл/мм и минимальное разрешение не менее, чем 0,5 пл/мм, различимое разрешение 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, и 20 пл/ мм и иметь соответствующие эталонные маркировочные знаки. Данные марки должны быть расположены рядом с центром пленки.

VI-A-233 Марки контрастной чувствительности

Марки контрастной чувствительности должны состоять из блоков, примерного размера 0,4 дюйма на 0,4 дюйма (10 мм на 10 мм), расположенных по центру блока более низкой плотности, примерного размера 1,6 дюйма на 1,6 дюйма (40 мм на 40 мм). Две серии таких ступенчатых блоков должны быть использованы с примерной оптической плотностью 2,0 на фоне, с примерной плотностью 1,95, при изменении оптической плотности на 0,05. Вторая серия блоков должна иметь оптическую плотность примерно 3,5 на фоне, примерной плотностью 3,4, при изменении оптической плотности на 0,10. Относительное изменение плотности более важно, чем абсолютная плотность. Данные изображения должны быть расположены по краям и в центре пленки, так чтобы позволять проверять контрастную чувствительность на всем пути сканирования.

VI-A-234 Марки динамического диапазона

Ступенчатые марки плотности должны состоять из серии ступеней размером 0,4 дюйма на 0,4 дюйма (10 мм на 10 мм), выстроенных в ряд с плотностями в диапазоне от 0,5 до 4,5 со ступенями не более 0,5 единиц оптической плотности. В четырех местах на полоске плотности (примерно на значениях оптической плотности 1,0, 2,0, 3,0 и 4,0), должны быть изменения оптической плотности размером 0,02, которые также будут использоваться для проверки контрастной чувствительности. Ступенчатые марки плотности должны располагаться рядом с краями пленки и рядом с центром, так чтобы обеспечить возможность проверки динамического диапазона на все пути сканирования.

VI-A-235 Марки пространственной линейности

Марки шкалы измерения должны располагаться в горизонтальном и вертикальном направлениях. Марки шкалы измерения должны быть на английском языке и/или с метрическими делениями.

VI-A-240 Прочие требования

Минимальными требованиями на производство эталонной пленки должны быть стандарты на изготовление. Эталонная пленка должна иметь уникальную идентификацию, появляющуюся в качестве изображения при оцифровке.

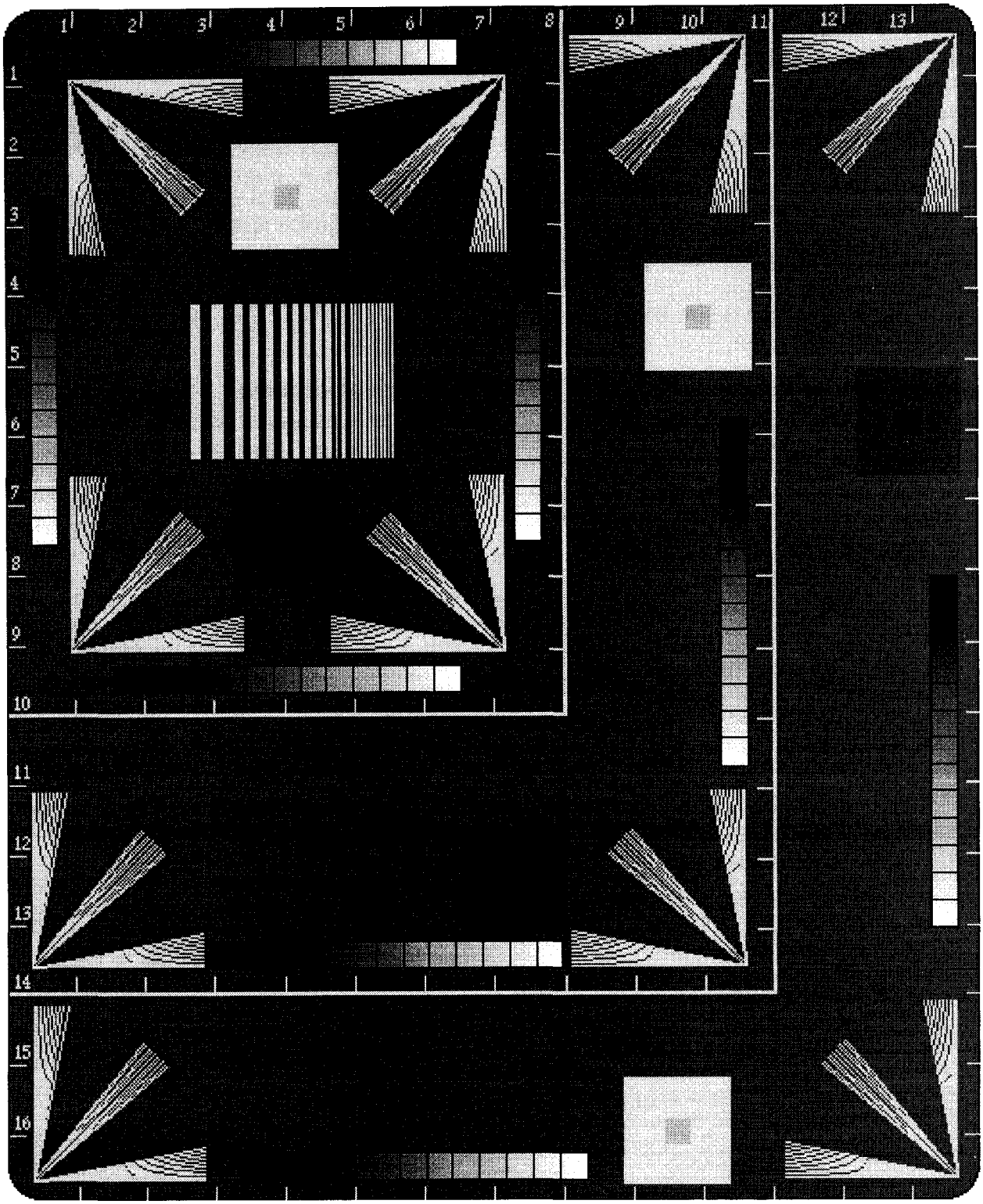
VI-A-241 Материал

Эталонная пленка должна представлять собой мелкозернистую пленку промышленного типа. Используемая пленка будет высокого качества, соответствующая требованиям спецификации в VI-A-230.

VI-A-242 Размер пленки

Размер пленки должен быть достаточным для того, чтобы вместить самый большой рассматриваемый участок, который необходимо оцифровать.

РИС. VI-A-1 ЭТАЛОННАЯ ПЛЕНКА



VI-A-243 Пространственное разрешение

Пространственное разрешение должно быть минимум 20 пл/мм.

VI-A-244 Плотность

Относительная плотность, указанная в VI-A-233 и VI-A-234, должна быть в пределах ±0,005 единиц оптической плотности.

(a) Допустимое отклонение в изменении оптической плотности, указанной в VI-A-233 и VI-A-234, должно быть ±0,005.

(b) Измеренные плотности должны быть в пределах ±0,15 от значений, указанных в VI-A-233 и VI-A-234. Фактические плотности должны быть зафиксированы и поставлены вместе с эталонной пленкой.

(c) Требования по плотности должны соответствовать ANSI IT-2.19.

(d) Плотность фона, в которой отсутствуют какие-либо изображения, должна иметь оптическую плотность 3,0 ±0,5.

VI-A-245 Линейность

Марки измерительной шкалы должны быть произведены точным электронным способом с погрешностью ±0,05 дюйма (±1,3 мм).

ПРИЛОЖЕНИЕ VII — РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК.

VII-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Металлические отливки, вследствие присущей им сложной конфигурации, требуют условий контроля, уникальных для данной формы выпуска.

Радиографический контроль отливок может быть произведен только при условии соответствия положениям, дополнительным к Статье 2, как указано в настоящем документе.

VII-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

VII-224 Система идентификации

На радиографических снимках будет использоваться перманентная система идентификационных знаков, указывающих, в зависимости от необходимости, номер контракта, компонента или детали. На снимке отливки также будет перманентно и четко обозначен символ или имя Изготовителя материала, Владельца сертификата или Субподрядчика, номер партии и плавки, дата и, в случае необходимости, произведенный ремонт (R1, R2, и т. д.). Данная система идентификации не предполагает в обязательном порядке нанесение информации в качестве радиографического изображения. В любом случае, информация не должна препятствовать интерпретации изображения рассматриваемого участка.

VII-270 КОНТРОЛЬ

VII-271 Радиографическая техника

VII-271.2 Техника двухслойного просмотра. Техника двухслойного просмотра может быть использована при контроле цилиндрических отливок наружным диаметром $3^{1}/_{2}$ дюйма (88 мм) или менее или в тех случаях, когда форма отливки не позволяет произвести однослойный просмотр.

VII-276 Выбор эталона

VII-276.3 Дополнительные требования к выбору эталона. Толщина, на которой основывается выбор эталона – толщина одной стенки.

(a) Области отливок до окончательной обработки. Выбор эталона должен основываться на толщине, не превосходящей толщину после конечной обработки более чем на 20% или 1/4 дюйма (6 мм), в зависимости от того, какое значение будет больше. Ни при каких условиях выбор эталона не должен основываться на толщине, большей, чем толщина контролируемого материала.

(b) Области отливок, которые останутся в состоянии непосредственно после литья. Выбор эталона должен основываться на толщине контролируемого материала.

VII-280 ОЦЕНКА

VII-282 Радиографическая плотность

VII-282.1 Ограничения плотности. Плотность пленки в проходящем свете на всей площади радиографического изображения соответствующего пластинчатого эталона или изображения, смежного с обозначенной проволокой проволочного эталона, и рассматриваемого участка должна быть минимум 1,5 при просмотре одной пленки. При составном просмотре нескольких снимков, каждая пленка составного набора должна иметь оптическую плотность минимум 1,0. Максимальная плотность – 4,0 как для отдельных, так и составных снимков. Допустимое изменение плотности по показаниям денситометра – 0,05 единиц плотности.

VII-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

VII-293 Схема размещения[1]

С целью обеспечения последовательного радиографического контроля всех отливок одинаковым образом, должны быть предоставлены детали схемы расположения. Минимально, схема размещения должна включать следующие данные:

(a) эскизы отливок, в достаточном количестве видов для иллюстрации примерной позиции каждого маркировочного знака;

(b) угол расположения источника, если не расположен перпендикулярно к пленке.

ПРИЛОЖЕНИЕ VIII — РАДИОГРАФИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ПЛАСТИНЫ.

VIII-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит требования на использование люминесцентных пластин (фотостимулируемый люминесцентный фосфор) в качестве альтернативы использованию пленки.

[1] Пример размещения и подробная информация по технике представлены в документе SE-1030, Приложение (Необязательная информация) XI, Рис. XI.1, типовой бланк радиографической съемки (RSS).

Радиография с использованием люминесцентных пластин может быть проведена на материалах, включая литье и сварные изделия, при условии соответствия положениям, дополнительным к Статье 2, как указано в настоящем и всех прочих требованиях Статьи 2. Термин *пленка,* при использовании в Статье 2, применительно к осуществлению радиографического контроля согласно данному Приложению, относится к люминесцентной пластине. Приложение III, Получение, отображение и хранение радиографического и радиоскопического цифрового изображения, должно быть использовано, когда это применимо.

VIII-220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

VIII-221 Требования к процедуре

VIII-221.1 Письменная процедура. Требуется письменная процедура. Вместо требований Т-221.1, каждая процедура, в зависимости от конкретного случая, должна содержать, по крайней мере, следующую информацию:

(a) тип материала и диапазон толщины

(b) использованный изотоп или максимальное рентгеновское напряжение

(c) минимальное расстояние от источника до объекта *(D* в Т-274.1)

(d) расстояние от стороны объекта, обращенной к источнику, до люминесцентной пластины *(d* в Т-274.1)

(e) размер источника *(F* в Т-274.1)

(f) фирма изготовитель и название люминесцентной платины

(g) используемые экраны

(h) изготовитель и модель оборудования для сканирования и обработки изображений.

VIII-221.2 Демонстрационное испытание процедуры. Демонстрационное испытание по требованиям письменной процедуры к изображению эталона чувствительности на производственном или техническом радиографическом снимке с использованием люминесцентной платины должно считаться приемлемым доказательством соответствия данной процедуре.

VIII-225 Мониторинг ограничений плотности радиограмм.

Требования Т-225 неприменимы к радиографии с использованием люминесцентных пластин.

VIII-230 ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

VIII-231 Люминесцентная пластина

VIII-231.1 Выбор. Радиография должна осуществляться с использованием промышленных люминесцентных пластин, способных соответствовать требованиям изображения эталона чувствительности.

VIII-231.2 Обработка. Система, используемая для обработки люминесцентных пластин, должна позволять получать, хранить и отображать цифровое изображение.

VIII-234 Оборудование для просмотра радиограмм

Оборудование для просмотра снимков должно обеспечивать приглушенное фоновое освещение интенсивности, не вызывающей бликов, теней или отсвечивания на снимках, которые могли бы помешать процессу интерпретации.

VIII-260 КАЛИБРОВКА

VIII-262 Денситометр и контрольная рентгенограмма ступенчатого клина

Требования Т-262 не применимы к радиографии с использованием люминесцентных пластин.

VIH-270 КОНТРОЛЬ

VIII-277 Использование эталонов чувствительности для мониторинга радиографического контроля

VIII-277.1 Размещение эталонов

(a) Эталоны со стороны источника. При использовании отдельных блоков для размещения эталонов, как описано в Т-277.1(a), толщина блока должна быть такой, чтобы яркость негатива поверхности эталона была равна или превосходила яркость изображения рассматриваемого участка.

Все прочие требования Т-277.1 должны быть применимы.

VIII-277.2 Количество эталонов чувствительности

(a) Ряд эталонов. Для каждого соответствующего диапазона толщин в Таблице Т-276, располагающегося от минимальной до максимальной толщины рассматриваемого участка, подлежащего контролю, должен быть использован эталон.

Должны быть применимы прочие требования Т-277.2.

VIII-277.3 Прокладки под пластинчатыми эталонами. В случае со сварными швами с усилением шва или подкладочным материалом между контролируемой деталью и эталоном должна помещаться прокладка из материала, сходного по своим радиографическим свойствам с металлом сварного шва или подкладочным материалом, так чтобы яркость негатива поверхности эталона была равна или превосходила яркость изображения рассматриваемого участка.

Размеры прокладки должны превышать размеры эталона таким образом, чтобы на изображении эталона были видны очертания, по меньшей мере, трех сторон эталона.

VIII-280 ОЦЕНКА

VIII-281 Артефакты, вызванные работой системы

Цифровое изображение не должно содержать артефактов, вызванных работой системы, могущих скрыть или быть принятыми за несплошность на рассматриваемом.

VIII-282 Радиографическая плотность

Требования Т-282 неприменимы к радиографии с использованием люминесцентных пластин.

VIII-287 Шкала измерения

Шкала измерений, используемая для интерпретации, должна обеспечивать возможность определения размеров проецируемого изображения. Инструмент шкалы измерений должен быть основан на известном устройстве сравнения размеров, помещаемом на кассету.

VIII-288 Интерпретация

Окончательная интерпретация радиограммы должна быть произведена после того, как на цифровом изображении будет отображена требуемая чувствительность по эталону.

VIII-290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

VIII-291 Документация по технике получения цифрового изображения

Изготовитель должен подготовить и зафиксировать документально подробности радиографической техники. Минимально, должна присутствовать следующая информация.

(a) идентификация согласно Т-224

(b) масштабная карта (при наличии таковой) размещения маркировочных знаков согласно Т-275.3

(c) количество радиограмм (экспозиций)

(d) Напряжение рентгеновских лучей или тип изотопа

(e) размер источника *(F* в Т-274.1)

(f) тип и толщина основного материала, толщина сварки, толщина усиления шва, в зависимости от обстоятельств

(g) расстояние источник-объект *(D* в Т-274.1)

(h) расстояние от стороны объекта, обращенной к источнику до регистрирующей люминесцентной среды *(d* в Т-274.1)

(i) Изготовитель и обозначение люминофора

(j) изготовитель, модель и серийный номер изготовителя оборудования по получению (оцифровке) изображения. *(k)* однослойная или двухслойная экспозиция (/) однослойный или двухслойный просмотр *(m)* идентификация процедуры и уровень описания *n)* версия программного обеспечения по получению изображения и описание *(o)* числовые значения последних параметров обработки изображения, т.е., фильтров, окна (контраст), и уровня (яркости) для каждого просмотра

Подробная информация по технике может быть помещена в файл с данными. При осуществлении данной процедуры с целью установления полей данных и объема информации может быть использован документ ASTM E 1475, Стандартное руководство по полям данных для компьютеризированной передачи цифровых данных радиологического исследования (Standard Guide for Data Fields for Computerized Transfer of Digital Radiological Test Data).

Статья 2
НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А — РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ПРИ РАБОТЕ СО СВАРНЫМИ ШВАМИ ТРУБ.

А-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Эскизы в данном Приложении иллюстрируют технику, применяемую при радиографическом исследовании сварных швов труб. Могут использоваться иные техники.

РИС. A-210-1 ТЕХНИКА ОДНОСЛОЙНОЙ РАДИОГРАФИИ

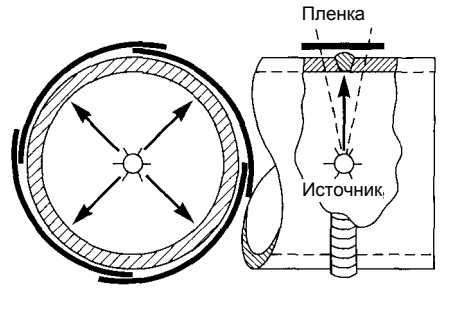
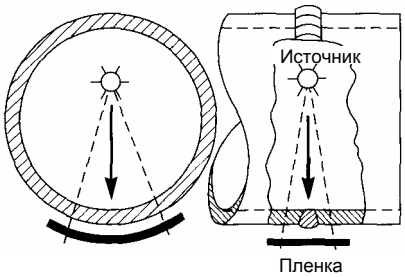
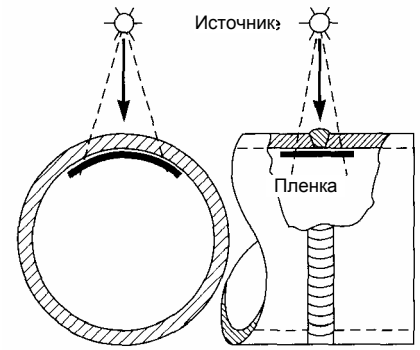
Наружный диаметр	Техника экспонирования	Просмотр радиограммы	Размещение: Источник-Шов-Пленка		Эталон		Размещение маркировочных знаков
			Вид с торца	Вид сбоку	Выбор	Размещение	
Любой	Однослойная Т-271.1	Однослойный	 Схема экспозиции — A		Т-276 и Таблица Т-276	Сторона к источнику Т-277.1(a) Сторона к пленке Т-277.1(b)	Любая сторона Т-275.3 Т-275.1(c)
Любой	Однослойная Т-271.1	Однослойный	 Схема экспозиции — B		Т-276 и Таблица Т-276	Сторона к источнику Т-277.1(a) Сторона к пленке Т-277.1(b)	Сторона к пленке Т-275.1 (b)(1)
Любой	Однослойная Т-271.1	Однослойный	 Схема экспозиции — C		Т-276 И Таблица Т-276	Сторона к источнику Т-277.1(a) Сторона к пленке Т-277.1(b)	Сторона к источнику Т-275.1 (a)(3)

РИС. А-210-2 ТЕХНИКА ДВУХСЛОЙНОЙ РАДИОГРАФИИ

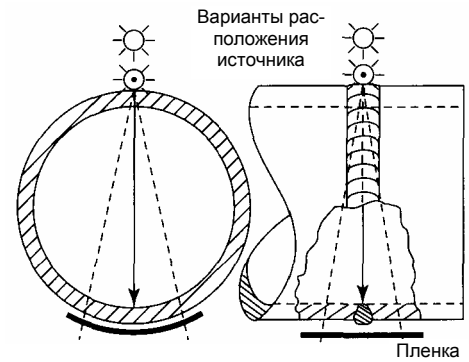
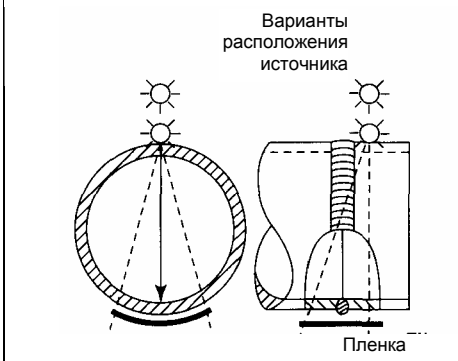
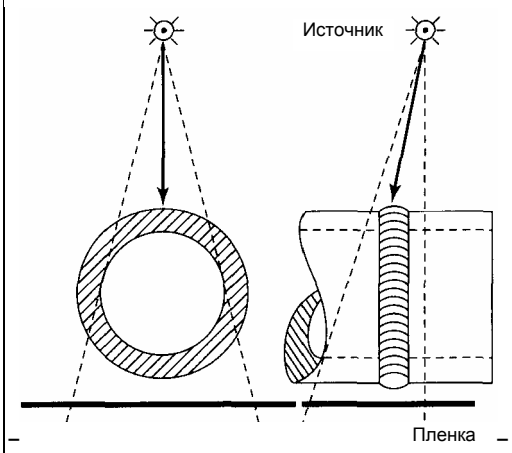
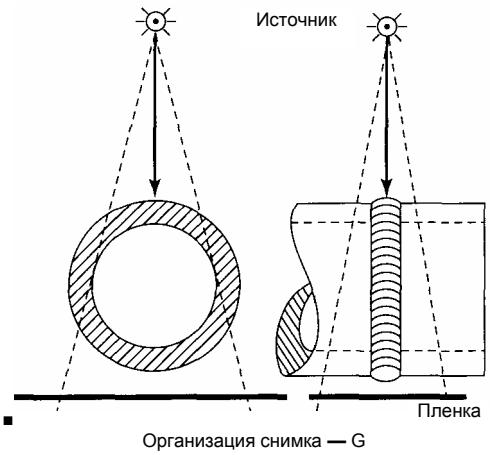
Внешний диаметр	Техника экспонирования	Просмотр радиограммы	Размещение: Источник-Шов-Пленка		Эталон		Размещение маркировочных знаков
			Вид с торца	Вид сбоку	Выбор	Размещение	
Любой	Двухслойная: Т-271.2(a) не менее 3 снимков 120° друг к другу для полного обзора	Однослойный	 Пленка Схема экспозиции— D		Т-276 и Таблица Т-276	Сторона к источнику Т-277.1(a) Сторона к пленке Т-277.1(b)	Сторона к пленке Т-275.1 (b)(1)
Любой	Двухслойная: Т-271.2(a) не менее 3 снимков 120° друг к другу для полного обзора	Однослойный	 Схема экспозиции — E		Т-276 и Таблица Т-276	Сторона к источнику Т-277.1(a) Сторона к пленке Т-277.1(b)	Сторона к пленке Т-275.1 (b)(1)
$3^1/_2$ д. (88 мм) или менее	Двухслойная: Т-271.2(b)(1) не менее 2 снимков 90° друг к другу для полного обзора	Двухслойное (эллипс): со считыванием смещения изображения по отношению к стороне источника и стороне пленки	 Схема экспозиции — F		Т-276 и Таблица Т-276	Сторона к источнику Т-277.1(a)	Любая сторона Т-275.2

РИС. A-210-2 ТЕХНИКА ДВУХСЛОЙНОЙ РАДИОГРАФИИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Внешний диаметр	Техника экспонирования	Просмотр радиограммы	Размещение: Источник-Шов-Пленка		Эталон		Размещение маркировочных знаков
			Вид с торца	Вид сбоку	Выбор	Размещение	
$3^1/_2$ д. (88 мм) или менее	Двухслойная: T-271.2(b)(2 не менее 3 снимков 60 или 120° друг к другу для полного обзора	Двухслойный: суперпозиционные изображения по отношению к стороне источника и стороне пленки	 ■ Организация снимка — G		T-276 и таблица T-276	Сторона к источнику T-277.1(a)	Любая сторона T-275.2

ПРИЛОЖЕНИЕ C — СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНОВ ДЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

C-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

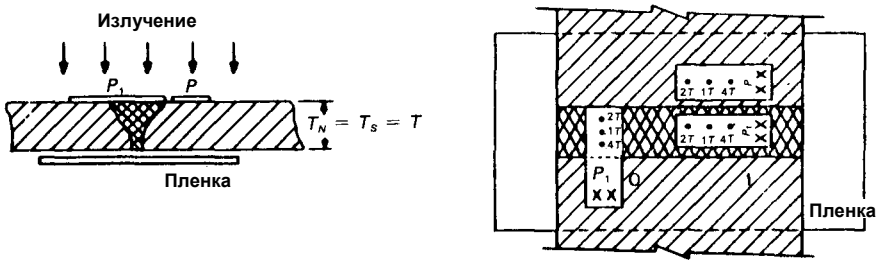
На рисунках в данном приложении показано типовое расположение пластинчатых эталонов при работе со сварными швами. На данных схемах изображено примерное предлагаемое размещение эталонов, не могущее охватить все случаи использования и размещения эталонов, применяемых при радиографическом контроле. Допускается иное размещение эталонов, при условии соответствия требованиям Статьи 2. Проволочные эталоны должны размещаться согласно требованиям Статьи 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ D — КОЛИЧЕСТВО ЭТАЛОНОВ (ОСОБЫЕ СЛУЧАИ)

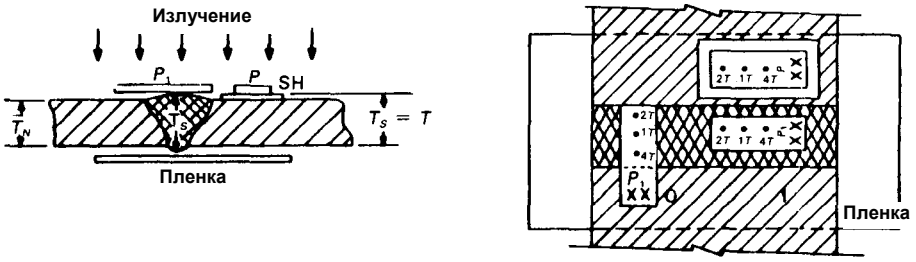
D-210 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

На рисунках в данном приложении показано примерное размещение эталонов и их количество в особых случаях, описанных в T-277.2(b). Данные рисунки не могут охватить все случаи использования и размещения эталонов, применяемых при радиографическом контроле.

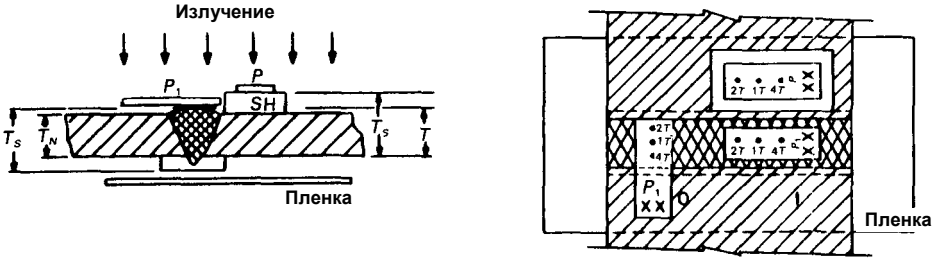
РИС. С-210-1 РАЗМЕЩЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНОВ. ВИД СВЕРХУ И СБОКУ



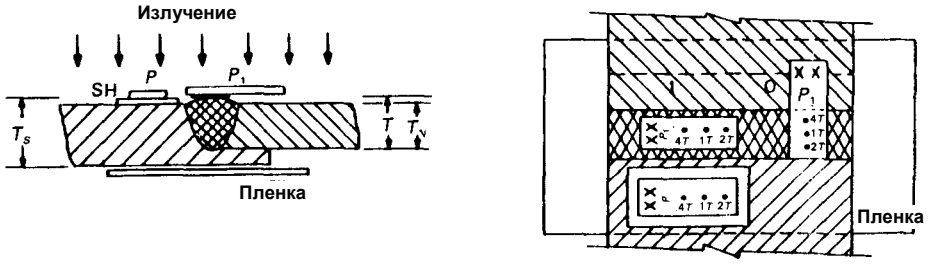
(a) Один слой, без усиления, без подкладки



(b) Один слой, усиление шва, без подкладки



(c) Один слой, усиление шва, подкладка

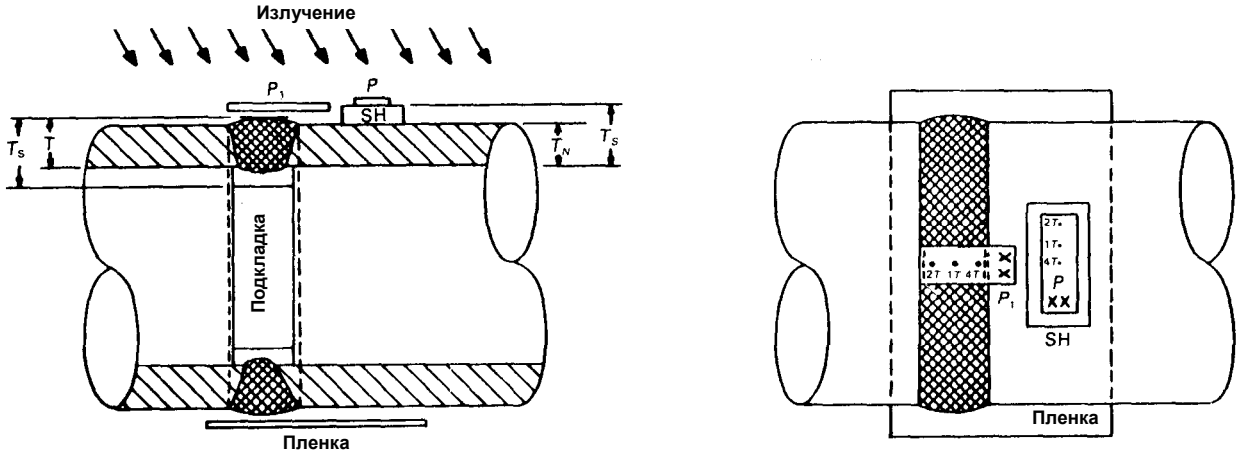


(d) Один слой, кольцевая подкладка, усиление шва

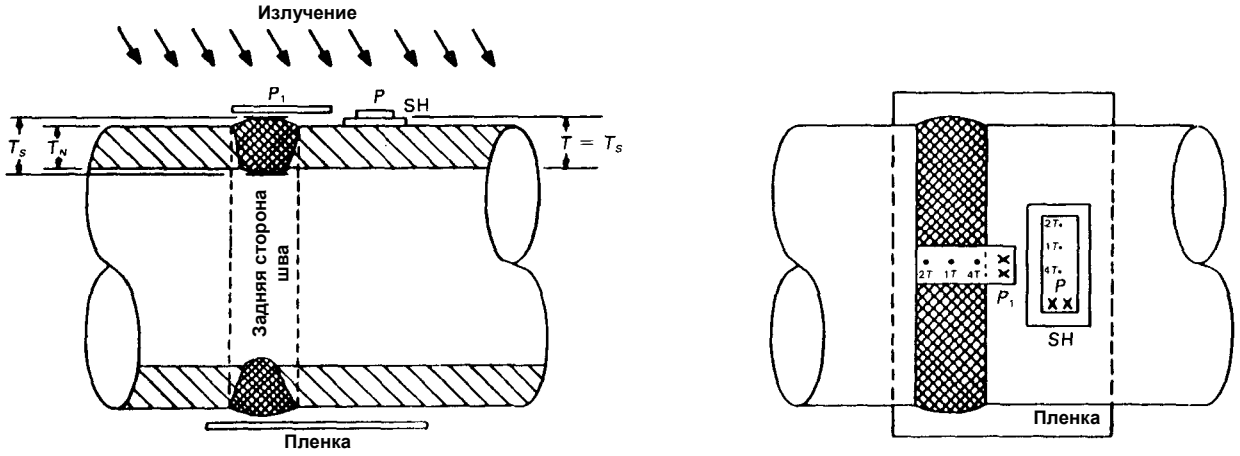
ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ:
P и P_1 - примерное предлагаемое размещение эталонов, не могущее охватить все случаи использования и размещения эталонов, применяемых при радиографическом контроле.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:
- *P* = Размещение эталона
- P_1 = альтернативное размещение эталона
- *SH* = прокладка
- *T* = толщина шва, на основании которой выбирается эталон
- T_N = номинальная толщина стенки
- T_s = общая толщина, включая подкладку и/или усиление, если не удаляются

РИС. С-210-2 РАЗМЕЩЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНОВ. ВИД СВЕРХУ И СБОКУ.



(a) Двухслойная техника, двухслойный просмотр, с усилением шва и подкладкой



(b) Двухслойная техника, двухслойный просмотр, с усилением шва и без подкладки

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ:

(a) *P* и P_1 примерное предлагаемое размещение эталонов, не могущее охватить все случаи использования и размещения эталонов, применяемых при радиографическом контроле

(b) Эталон выбирается на основе толщины одной стенки с усилением.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

P = Размещение эталона

P_1 = альтернативное размещение эталона

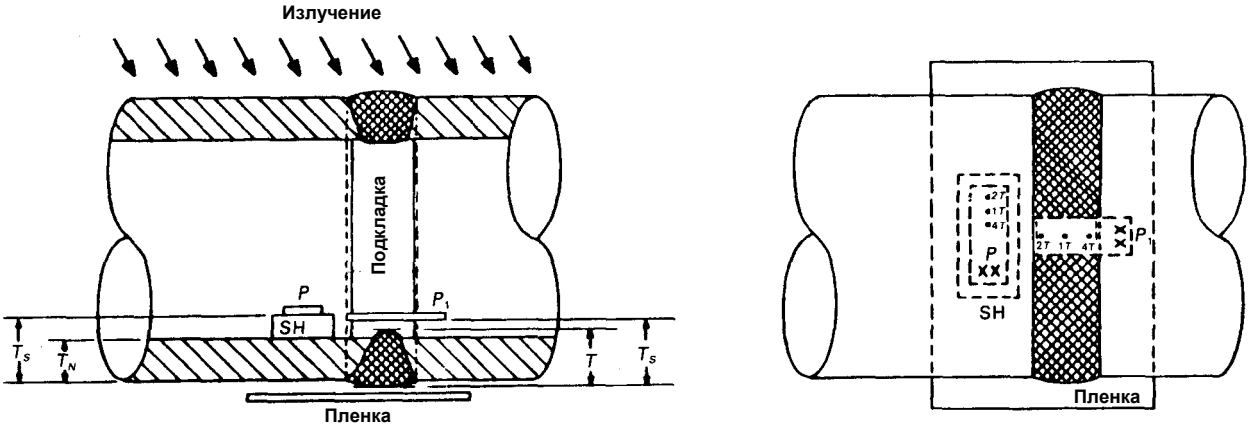
SH = прокладка

T = толщина шва, на основании которой выбирается эталон

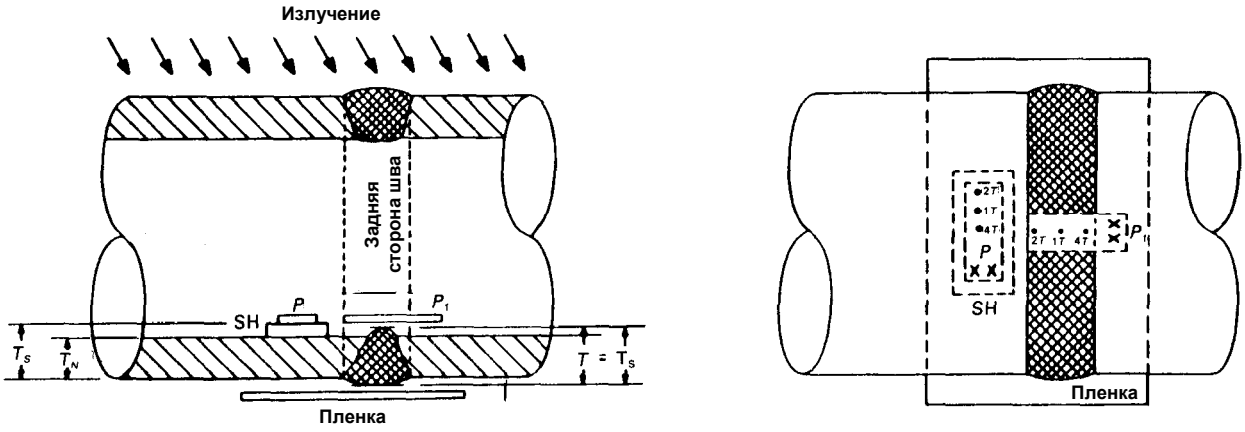
T_N = номинальная толщина стенки

T_s = общая толщина, включая подкладку и/или усиление, если не удаляются

РИС. С-210-3 РАЗМЕЩЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНОВ. ВИД СВЕРХУ И СБОКУ.



(a) Двухслойная техника, двухслойный просмотр, с усилением шва, подкладка

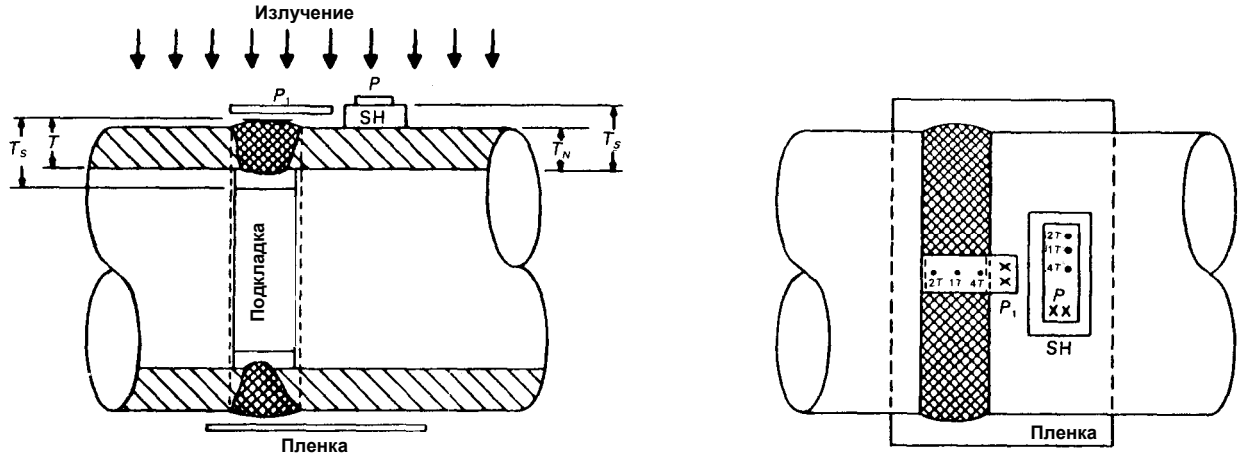


(b) Двухслойная техника, двухслойный просмотр, с усилением стенки, без подкладки

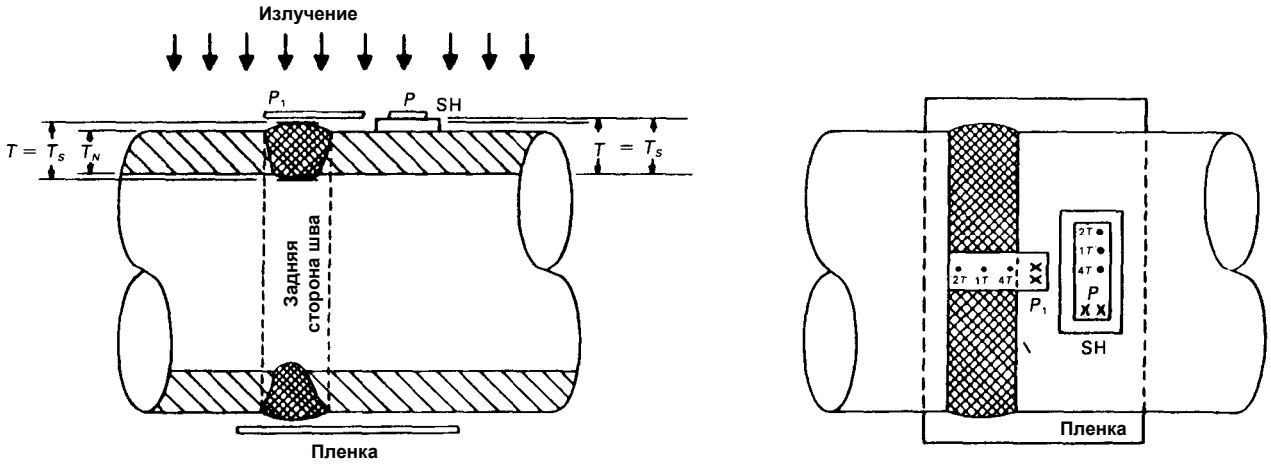
ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ:
P и P_1 - примерное предлагаемое размещение эталонов, не могущее охватить все случаи использования и размещения эталонов, применяемых при радиографическом контроле.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:
P = Размещение эталона
P_1 = альтернативное размещение эталона
SH = прокладка
T = толщина шва, на основании которой выбирается эталон
T_N = номинальная толщина стенки
T_s = общая толщина, включая подкладки и/или усиление, если не удаляются

РИС. С-210-4 РАЗМЕЩЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНОВ. ВИД СВЕРХУ И СБОКУ.



(a) Двухслойная техника, двухслойный просмотр, с усилением шва и подкладкой



(b) Двухслойная техника, двухслойный просмотр, с усилением шва и без подкладки

GENERAL NOTES:
(a) *P* и P_1 примерное предлагаемое размещение эталонов, не могущее охватить все случаи использования и размещения эталонов, применяемых при радиографическом контроле
(b) Эталон выбирается на основе толщины одной стенки с усилением.

Условные обозначения:
P = Размещение эталона
P_1 = альтернативное размещение эталона
SH = прокладка
T = толщина шва, на основании которой выбирается эталон
T_N = номинальная толщина стенки
T_s = общая толщина, включая подкладку и/или усиление, если не удаляются

РИС. D-210-1 ПОЛНАЯ ОКРУЖНОСТЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ [T-277.2(B)(L)(A) И T-277.2(B)(3)]

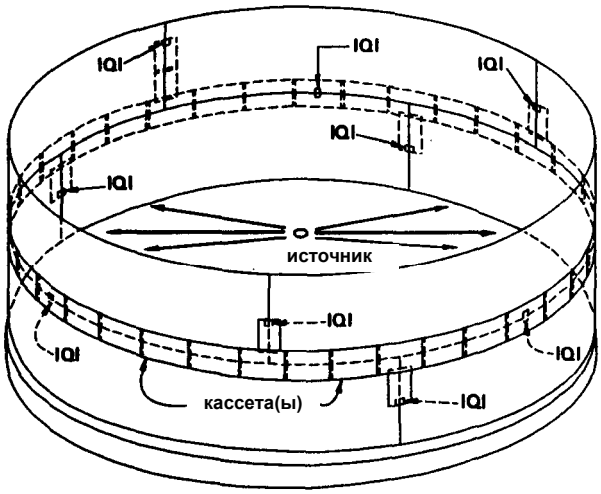


РИС. D-210-2 СЕКЦИЯ ОКРУЖНОСТИ 240° ИЛИ БОЛЕЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ (ПРИМЕР - ЧЕРЕДУЮЩИЕСЯ ИНТЕРВАЛЫ) [T-277.2(B)(L)(B) И T-277.2(B)(3)]

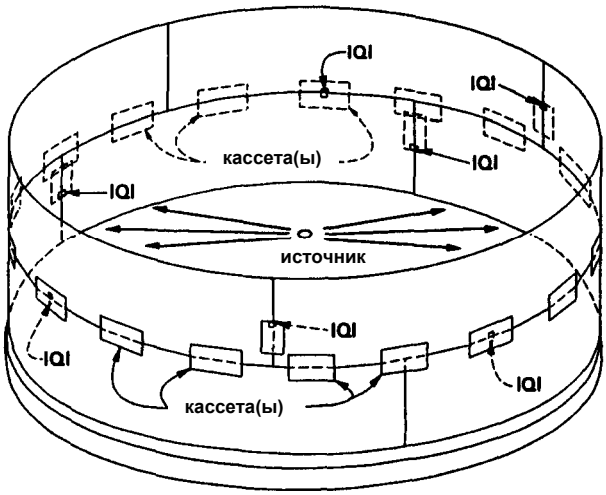


РИС. D-210-3 СЕКЦИЯ(-ИИ) ОКРУЖНОСТИ МЕНЕЕ 240° ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ LT-277.2(B)(2)(B)]

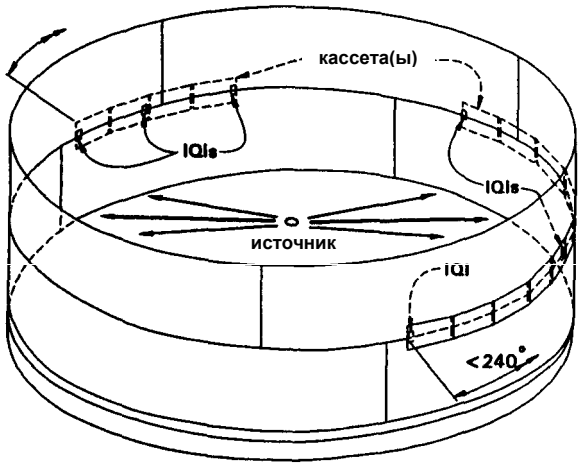
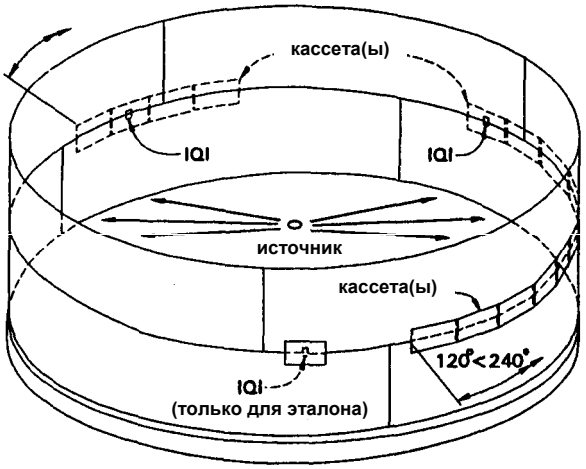


РИС. D-210-4 СЕКЦИЯ(-ИИ) ОКРУЖНОСТИ 120° ИЛИ БОЛЕЕ НО МЕНЕЕ 240° ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ CT-277.2(B)(2)(B) ВАРИАНТ]



На рисунках: IQI – эталон чувствительности

РИС. D-210-5 ПОЛНЫЙ СФЕРИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ КРУГОВОГО СВАРНОГО ШВА [T-277.2(B)(4)(A) И T-277.2(B)(6)]

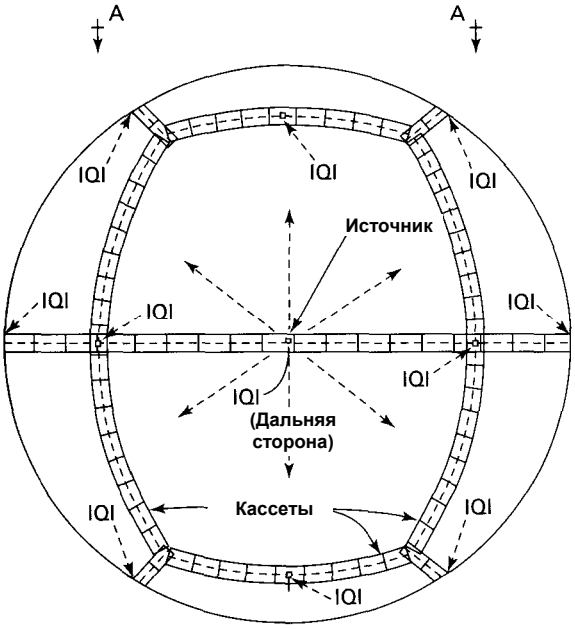


РИС. D-210-6 СВАРНЫЕ IDS В СЕГМЕНТАХ СФЕРИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА LT-277.2(B)(5) И T-277.2(B)(5)(B) И T-277.2(B)(6)L

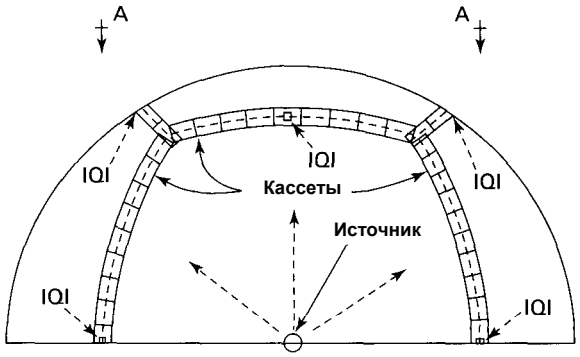


РИС. D-210-7 ВИД СВЕРХУ A-A

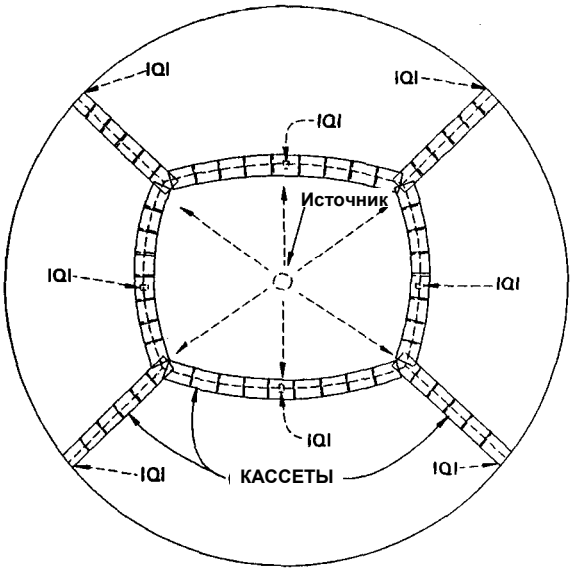
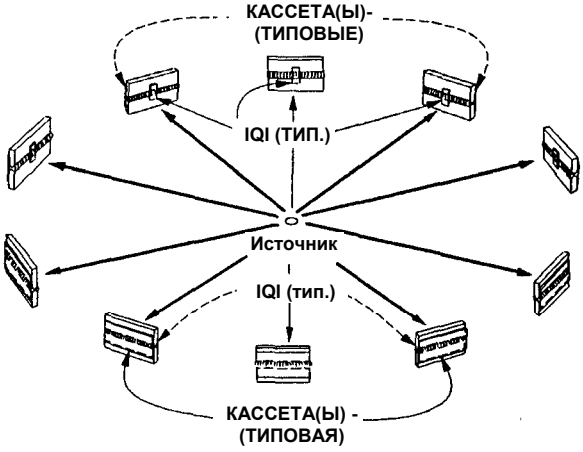


РИС. D-210-8 МАТРИЦА ОБЪЕКТОВ ПО КРУГУ [T-277.2(B)(8)3



Примечание: На всех рисунках представлено типовое расположение эталонов чувствительности IQI в особых случаях.

СТАТЬЯ 4
МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ

Т-410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данная статья содержит или дает ссылки на требования, предъявляемые к контролю сварных швов, которые должны использоваться при выборе и разработке процедур УЗК, когда контроль по любой части данной статьи является требованием соответствующего раздела Норм и Правил. Данные процедуры должны использоваться при проведении УЗК швов и определении размеров показаний для сравнения с критериями приемки, если это требуется в соответствии с соответствующим разделом Норм и Правил; необходимо обращаться с разделу соответствующих Норм и Правил для ознакомления с конкретными требованиями касательно следующего:

(a) требования к аттестации / сертификации персонала
(b) требования к процедурам, демонстрационные, квалификационные испытания и приемка процедур
(c) характеристики системы контроля
(d) сохранение и проверка калибровочных образцов
(e) объем контроля и/или объем сканирования
(f) критерии приемки
(g) ведение регистрации
(h) требования к отчету

Определения терминов, используемые в данной статье, содержатся в Обязательном приложении III к статье 5.

Т-420 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Требования данной статьи должны применяться вместе со статьей 1, Общие требования. См. Т-451 касательно особых положений для крупнозернистых материалов и швов. См. Т-452 касательно особых положений по компьютерному воспроизведению изображения.

Т-421 Официальные требования письменной процедуры

Т-421.1 Требования. Ультразвуковой контроль должен выполняться в соответствии с письменной процедурой, которая должна, как минимум, содержать требования, представленные в Таблице Т-421. Письменная процедура устанавливает одиночное значение или диапазон значений по каждому требованию.

07 **Т-421.2 Квалификационные испытания процедуры.** Если соответствующим разделом Норм и Правил назначаются квалификационные испытания процедуры, то изменение требования в Таблице Т-421, считающееся существенным параметром относительно заданной величины или диапазона величин требует повторной квалификации письменной процедуры. Изменение требования (несущественного параметра) относительно заданной величины или диапазона величин не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения существенных или несущественных переменных относительно величины или диапазона величин, которые указаны в письменной процедуре, требуют повторной квалификации письменной процедуры.

Т-430 ОБОРУДОВАНИЕ

Т-431 Требования к прибору УЗК

Должен использоваться эхо-импульсный тип ультразвукового прибора. Прибор УЗК должен работать на частотах от 1 МГц до 5 МГц. Он также должен быть оснащен пошаговой регулировкой усиления (2.0 дБ или менее). Если прибор УЗК оснащен плавным управлением, он может быть использован при условии, что он не снижает чувствительность контроля. Управление подавлением должно быть отключено при всех видах контроля, если не может быть доказано, что это не влияет негативным образом на линейные свойства контроля.

Прибор УЗК (в случае необходимости в связи с применяемым приемом) должен иметь разъемы передачи и приема для эксплуатации устройств двойного поиска или одиночного поиска с преобразователями передачи и приема.

Т-432 Искатели

Т-432.1 Общие положения. Номинальная частота должна соответствовать диапазону от 1 МГц до 5 МГц, если переменные величины (зернистая структура материала) не требуют использования других частот для обеспечения соответствующего проникновения или лучшего разрешения. Искатели с фасонными клиновидными контактами могут использоваться для улучшения ультразвукового контакта.

Т-432.2 Плакированные металл - Искатели для приема 1[1]**.** Должны использоваться двойные искатели, в которых реализован метод приема-передачи под углом. Прилежащий угол между направлением лучей должен быть таким, чтобы эффективная точка фокуса искателя находилась в соответствующей зоне контроля.

[1] См. п. Т-473 методы для плакированного материала

ТАБЛИЦА Т-421
ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ УЗК.

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Параметры шва должны быть проверены, включая толщину, размер, базовый металл, форма изделия (труба, лист и т.д.)	X	…
Поверхности, на которых выполняется контроль	X	…
Метод(ы) (прямой луч, луч под углом, контактный и/или погружением)	X	…
Угол(углы) и режим(ы) распространения волны в материале	X	…
Тип(ы) искателей, частота(ы) и размер(ы)/форма(ы) элемента	X	…
Специальные искатели: призмы, башмаки или седла, если таковые используются	X	…
Оборудование для УЗК	X	…
Калибровка [калибровочные образцы и метод(ы)]	X	…
Направления и объем сканирования	X	…
Сканирование (ручной / автоматический способ)	X	…
Метод отличия индикаторных следов от геометрических факторов и от дефектов	X	…
Метод определения размера индикаторных следов дефекта	X	…
Компьютерный расширенный сбор данных (если требуется)	X	…
Наложение сканирования (только снижение)	X	…
Требования к работе персонала (если требуется)	X	…
Требования к аттестации персонала	…	X
Состояние поверхности (проверяемая поверхность, калибровочный образец)	…	X
Контактная среда: торговая марка или тип	…	X
Оборудование автоматической сигнализации и/или регистрации, выбрать нужное	…	X
Регистрируемые данные, включая минимальные данные калибровки, которые подлежат регистрации (например, настройки оборудования)	…	X

Т-433 Контактная среда

Т-433.1 Общие положения. Связующее вещество, включая добавки, не должно отрицательно воздействовать на свойства контролируемого материала.

Т-433.2 Контроль примесей

(a) Связующие вещества, используемые на сплавах на основе никеля, должны содержать серы не более 250 частей на миллион.

(b) Связующие вещества, используемые на аустенитных нержавеющих сталях или титане, должны содержать не более 250 частей на миллион галоидных соединений (хлориды плюс фториды).

Т-434 Калибровочные образцы

Т-434.1 Общие положения

Т-434.1.1 Отражатели. Конкретные отражатели (т.е. боковые отверстия, плоскодонные отверстия, надрезы и т.д.) должны использоваться для задания первичных контрольных ответных сигналов оборудования. Могут быть предусмотрены другие виды отражателей, однако такие отражатели должны иметь чувствительность равную или больше стандартного отражателя(ей) (например, боковые отверстия вместо надрезов, плоскодонные отверстия вместо боковых отверстий).

Т-434.1.2 Материал

(a) Сварные швы аналогичных металлов. Образец должен быть изготовлен из материала той же формы, с такими же свойствами или принадлежать к той же Р-группе, к которой принадлежит контролируемый материал. В настоящем параграфе материалы с числами Р 1, 3, 4 и 5 рассматриваются как эквивалентные.

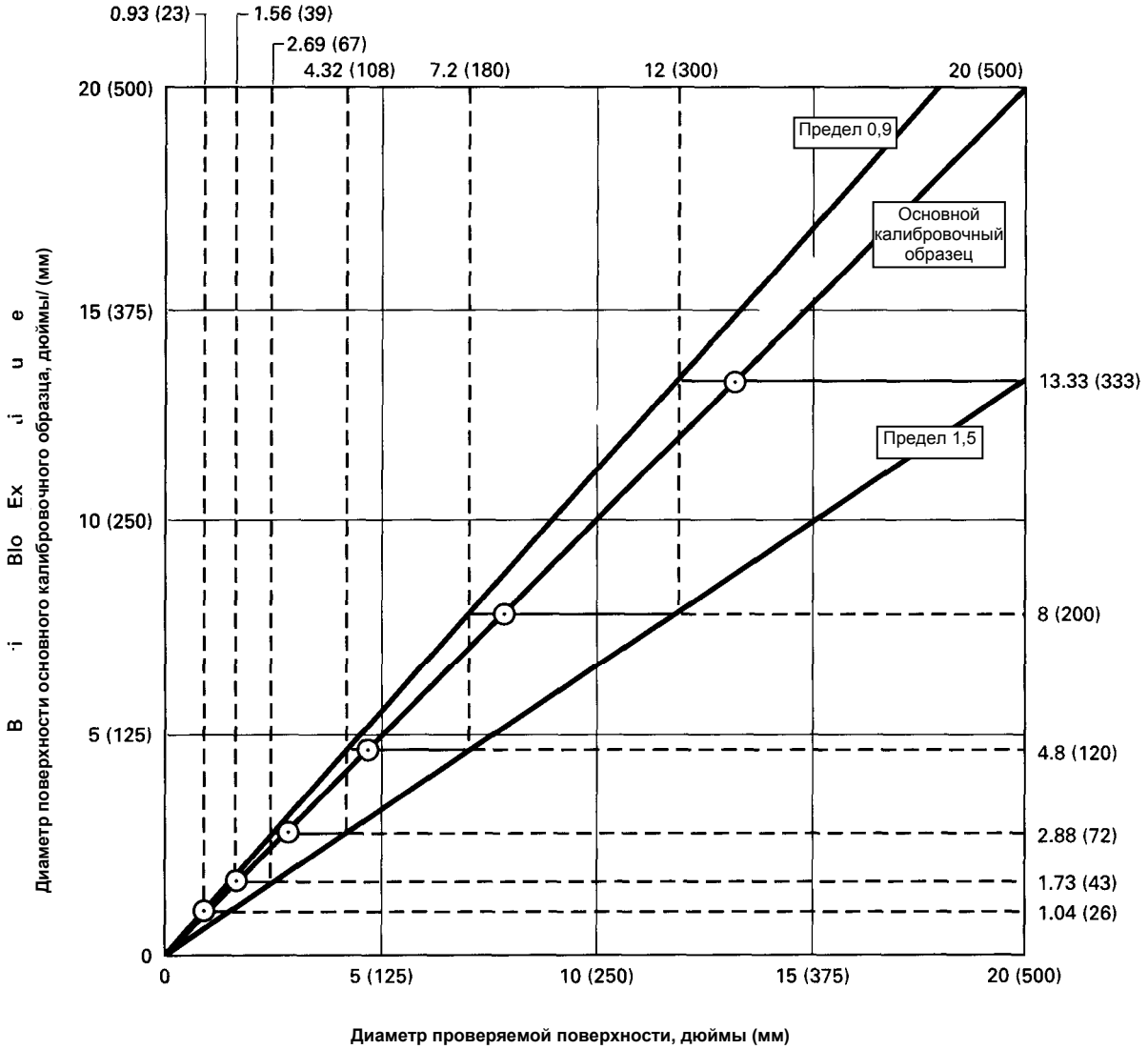
(b) Сварные швы разнородных металлов. Отбор материала должен выполняться на материале, который расположен с той стороны шва, с которой будет выполняться контроль. Если контроль будет выполняться с обеих сторон, калибровочные отражатели должны быть предусмотрены на обоих материалах.

Т-434.1.3 Качество. Перед изготовлением материал образцов должен быть полностью проверен с помощью прямого зонда. Участки, показания от которых превышают остаточное отражение от задней стенки, должны быть исключены из траектории луча, которая необходима, чтобы охватить различные калибровочные отражатели.

Т-434.1.4 Плакирование. Когда материал, из которого изготовлено изделие, является плакированным, образец должен плакироваться по тому же технологическому процессу сварки, что и изделие массового производства. Желательно работать с составными материалами, которые плакировались до удаления бракованных участков или прибыли. При нанесении плакировании автоматической сваркой, а также, если, принимая во внимание размер образца, процесс автоматической сварки является нецелесообразным, нанесение плакировки может выполняться вручную.

Т-434.1.5 Термообработка. Калибровочный образец должен, как минимум, пройти отпуск в соответствии с техническими требованиями на материал определенного типа и марки. Если калибровочный образец содержит сварные швы, отличные от приварки плакирующего слоя, а шов на изделии во время контроля прошел термообработку, то образец должен пройти такую же термообработку.

РИС. Т-434.1.7.2 ПРЕДЕЛЫ ОТНОШЕНИЯ ДЛЯ КРИВОЛИНЕНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ



Т-434.1.6 Окончательная отделка поверхности. Окончательная отделка сканируемых поверхностей образца должна быть характерной для сканируемой поверхности контролируемого изделия с окончательной отделкой.

Т-434.1.7 Криволинейность образца (за исключением трубного образца)

Т-434.1.7.1 Материалы с диаметрами более 20 дюймов (500 мм). Для контроля материалов, где диаметр проверяемой поверхности больше 20 дюймов (500 мм), можно использовать образец с той же кривизной или, как вариант, плоский базовой калибровочный образец)

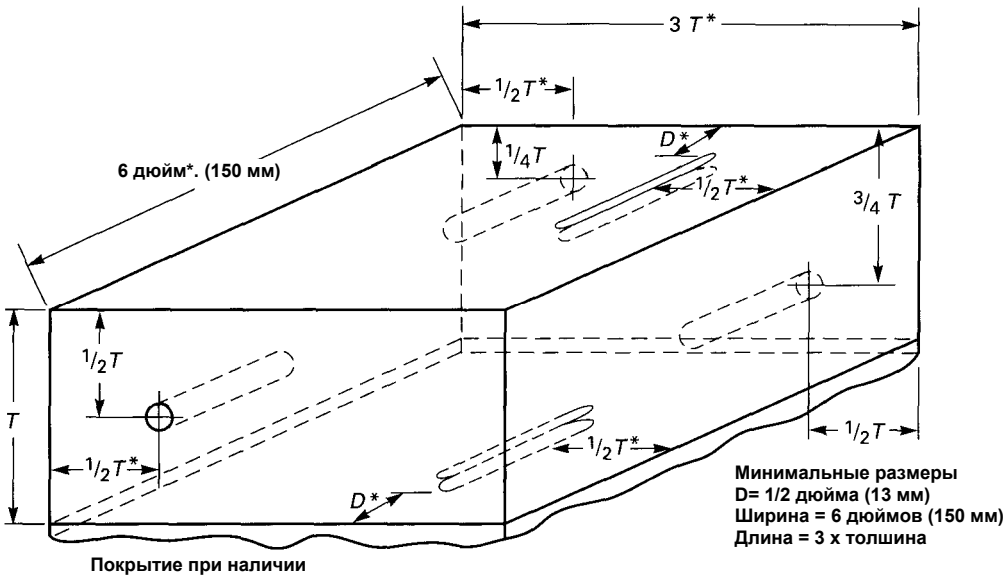
Т-434.1.7.2 Материалы с диаметрами 20 дюймов (500мм) и менее. Что касается контроля материалов, у которых диаметр контролируемой поверхности равен или меньше 20 дюймов (500 мм), должен использоваться криволинейный образец. Кроме тех случаев, которые особо оговорены в настоящей статье, можно использовать одиночный криволинейный базовой калибровочный образец в целях контроля в диапазоне криволинейности, в 0.9 - 1.5 раза превышающем диаметр базового калибровочного образца. Например, образца диаметром 8 дюймов (200 мм) может использоваться для калибровки при контроле поверхностей в диапазоне криволинейности от 7,2 дюйма до 12 дюймов (180 мм до 300 мм) в диаметре. Диапазон криволинейности от 0,94 дюйма до 20 дюймов (24 мм до 500 мм) в диаметре требует наличия 6 криволинейных образцов, как показано на Рис. Т-434.1.7.2 для любого диапазона толщин.

Т-434.1.7.3 Варианты выпуклой поверхности. Как вариант требований параграфа Т-434.1.7.1, при контроле выпуклой поверхности контактным методом с прямым лучом, может быть применено Приложение G.

Т-434.2 Плоские калибровочные образцы

Т-434.2.1 Базовой калибровочный образец. Параметры базового калибровочного образца и отражатели должны соответствовать Рис. Т-434.2.1. Размер образца и расположение отражателя должны позволять выполнять калибровку применяемых углов выхода луча.

РИС. Т-434.2.1 ПЛОСКИЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ



Толщина сварного шва (*t*), дюймы (мм)	Толщина калибровочного образца (*T*), дюймов, (мм)	Диаметр отв., дюймы (мм)
До 1 (25)	¾ (19) или *t*	3/32 (2,5)
от 1 (25) до 2 (50)	1½ (38) или *t*	1/8 (3)
от 2 (50) до 4 (100)	3 (75) или *t*	3/16 (5)
Свыше 4 (100)	*t* ± 1 (25)	[Прим. (1)]

Размеры надреза, дюймы (мм)
Глубина = 2% *T*
Ширина = 1/4 (6) макс.
Длина = 1 (25) мин.

* Минимальный размер.

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:

(a) Отверстия должны быть рассверлены и развернуты минимум на 1,5 дюйма (38 мм) в глубину параллельно контролируемой поверхности.

(b) Для деталей, диаметр которых равен или менее 20 дюймов (500 мм), диаметр калибровочного образца должен соответствовать требованиям Т-434.1.7.2. Должны использоваться два комплекта калибровочных отражателей (отверстия, надрезы), угол между которыми составляет 90 градусов. Или можно использовать два криволинейных калибровочных образца.

(c) Допуск на диаметр отверстия должен быть ± 1/32 дюйма (0,8 мм). Допуск на расположение отверстия по толщине калибровочного образца (т.е. расстояние от контролируемой поверхности) должен составлять ± 1/8 дюйма (3 мм).

(d) Для образцов менее 3/4 дюйма (19мм) по толщине требуются только боковые отверстия ½T и надрезы на поверхности.

(e) Все отверстия могут быть расположены на той же самой торцевой (боковой) стороне калибровочного образца при условии, что проявляется осторожность по размещению всех отражателей (отверстия, надрезы) для предупреждения отрицательных воздействий отражателей друг на друга во время калибровки. Надрезы могут быть также расположены на той же плоскости, что и линейные отверстия (см. Приложение J, Рис. J-431). Как показано на Рис. J-431, соответствующее количество отверстий должно быть предусмотрено для обоих видов калибровки - прямым лучом и лучом под наклоном при глубине ¼ T, ½T, и ¾ T.

(f) Минимальная глубина надреза должна составлять 1,6% T, а максимальная глубина должна быть 2,2% *T* плюс толщина плакировки, если таковая имеется.

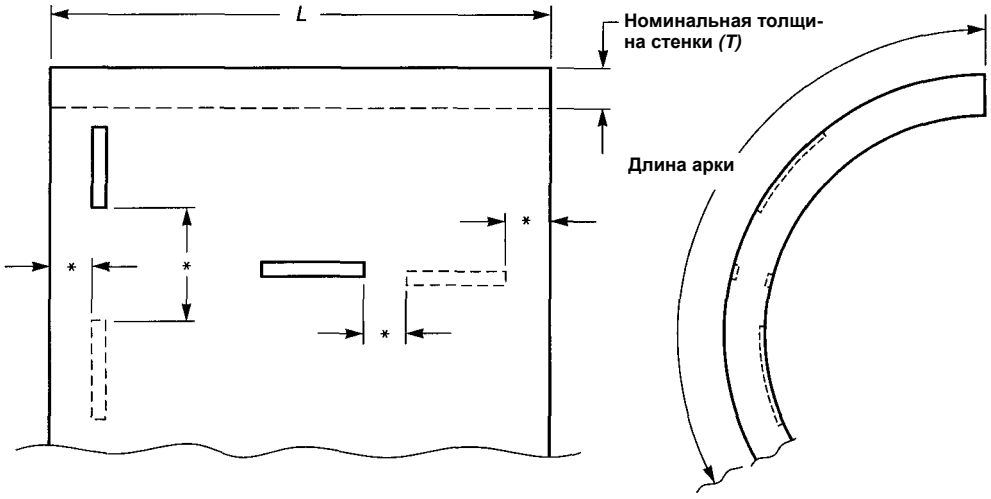
(g) Максимальная ширина надреза не является существенным параметром. Надрезы могут быть выполнены на ЭЭС или с применением торцевых фрез до 6,4 мм в диаметре.

(h) Толщина шва, *t*, представляет собой номинальную толщину материала сварного шва для швов без усиления или, для швов с усилением, номинальную толщину материала плюс предполагаемое усиление шва, которое не должно превышать максимально допустимого значения в соответствии с разделом Норм и Правил, в котором приводится ссылка. Когда наличествуют толщины двух или более базовых металлов, в этом случае толщина калибровочного образца, Т, должна определяться как средняя толщина шва; в противном случае можно использовать калибровочный образец, изготовленный на базе базового материала большей толщины, если размер контрольного отражателя основан на средней толщине шва.

ПРИМЕЧАНИЕ:

(1) При каждом увеличении толщины шва на 2 дюйма (50 мм) или части этой величины свыше 4 дюймов (100 мм), диаметр отверстия должен превышать 1/16 дюйма (1,5 мм).

РИС. Т-434.3 ТРУБНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ



* Надрезы должны быть расположены не ближе, чем на расстоянии 1 дюйм (25 мм) от кромки образца или от других надрезов, берется большее.

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:
(a) Минимальная длина калибровочного образца (*L*) должна составлять 8 дюймов (200 мм) или 8*T*, в зависимости от того, что больше.
(b) Что касается наружного диаметра 4 дюйма (100 мм) или менее, то минимальная длина дуги должна составлять 270 градусов. Если наружный диаметр превышает 4 дюйма (100 мм), в этом случае минимальная длина дуги должна быть 8 дюймов (200 мм) или 3*T* в зависимости от того, что больше.
(c) Глубина надреза должна соответствовать диапазону 8% *T* - 11% *T*. Ширина надреза не должна быть больше ¼ дюйма (6 мм). Длина надреза не должна быть меньше 1 дюйма (25 мм).
(d) Максимальная ширина надреза не является существенным параметром. Надрезы могут быть выполнены ЭЭС или торцевыми фрезами до ¼ дюйма (6 мм) в диаметре.
(e) Длина надреза должна обеспечивать возможность калибровки при минимальном соотношении сигнал/шум 3 к 1.

07 **Т-434.2.2 Толщина образца.** Толщина образца (7) должна соответствовать Рис. Т-434.2.1.

Т-434.2.3 Область применения образца. Если толщина образца на ±1 дюйм (25 мм) захватывает два диапазона толщины шва, как показано на Рис. Т-434.2.1, в этом случае приемлемо использовать образец в тех частях каждого диапазона толщин, которые покрываются толщиной калибровочного образца в 1 дюйм (25 мм). Например, калибровочный образец с толщиной 1½ дюйма (38 мм) может быть использован для толщины шва от 0,5 дюйма (13 мм) до 2,5 дюймов (64 мм).

Т-434.2.4 Альтернативный образец. Как вариант, образец может быть изготовлен, как указано в Необязательном приложении J, Рис. J-431.

Т-434.3 Трубные калибровочные образцы. Форма базового калибровочного образца и отражателей должны соответствовать Рис. Т-434.3. Базовый калибровочный образец должен представлять собой секцию трубы того же самого номинального диаметра и типа. Размер образца и места расположения отражателей должны обеспечивать калибровку при используемых углах луча.

Т-434.4 Калибровочные образцы с плакировкой[2]

Т-434.4.1 Калибровочный образец метода №1. Форма базового калибровочного образца и отражатели должны соответствовать Рис. Т-434.4.1. Можно использовать либо боковое отверстие, либо плоскодонное отверстие. Толщина наплавленного слоя шва должна быть равна, как минимум, толщине предмета контроля. Толщина базового металла должна быть, как минимум, в два раза больше толщины плакировки.

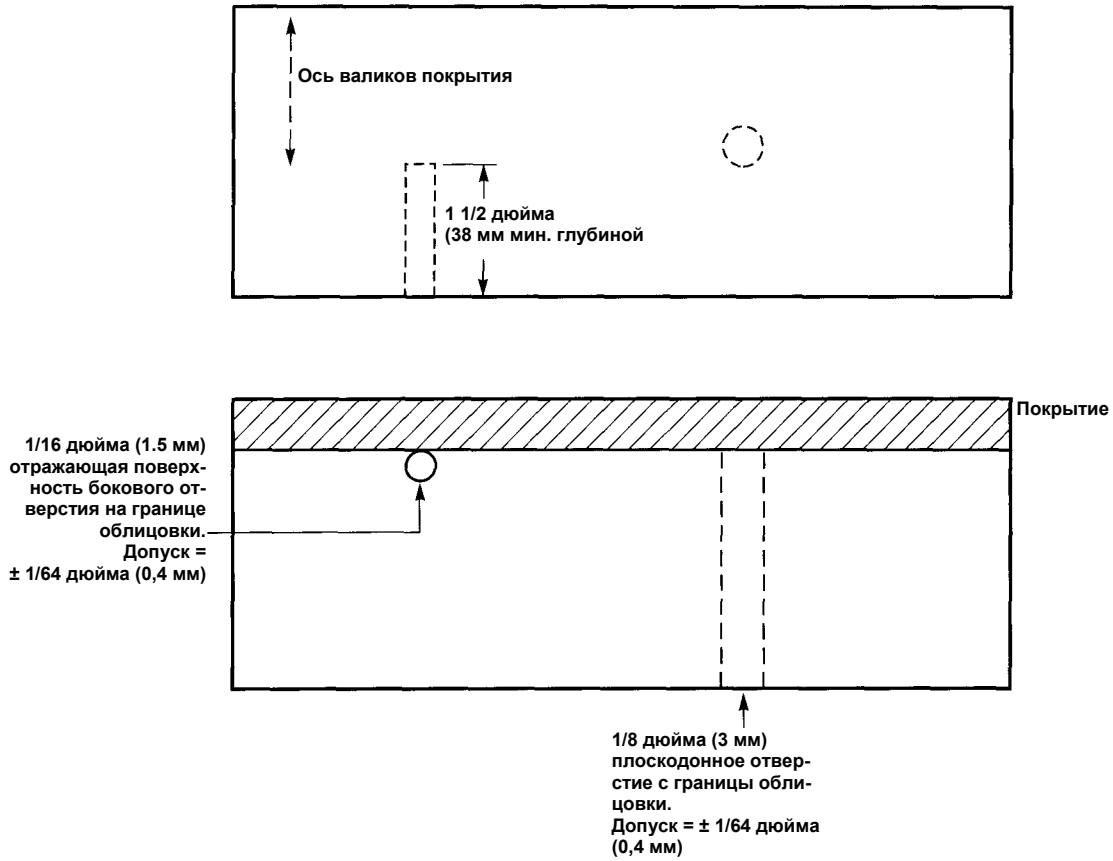
Т-434.4.2 Альтернативный калибровочный образец для метода №1. Как вариант, могут использоваться калибровочные образцы, как показано на Рис. Т-434.4.2.1 или Т-434.4.2.2. Толщина наплавленного металла шва должна, как минимум, равняться толщине предмета контроля. Толщина базового материала должна, как минимум, равняться двум толщинам плакировки.

Т-434.4.3 Калибровочный образец для метода №2.

Форма базового калибровочного образца и отражателей должна соответствовать Рис. Т-434.4.3. Необходимо использовать плоскодонное отверстие, выполненное в слое наплавленного металла шва. Данное отверстие может быть выполнено со стороны базового материала или со стороны наплавленного металла. Толщина наплавленного слоя шва должна, как минимум, равняться толщине контролируемого изделия. Толщина базового материала должна быть в пределах 1 дюйма (25мм) от толщины калибровочного образца, когда контроль выполняется со стороны поверхности базового материала. Толщина базового материала на калибровочном образце должна равняться, как минимум, двум толщинам плакировки, когда контроль осуществляется со стороны плакированной поверхности

[2] См. п. Т-465, Калибровка для плакирования.

РИС. Т-434.4.1 КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА №1



Т-440 ПРОЧИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-441 Обозначение участков контроля шва

(a) Места расположения швов. Места расположения швов и их обозначения должны регистрироваться в альбоме сварных соединений или в на чертеже.

(b) Маркировка. Если сварные швы постоянно маркируются, в этом случае можно использовать клеймо, не создающее высоких напряжений и / или виброинструмент. Маркировка, наносимая после окончательного снятия напряжения с детали, не должна быть глубже $^{3}/_{64}$ дюйма (1,2 мм).

(c) Опорная система. Каждый шов должен располагаться и обозначаться с помощью системы опорных точек. Система должна обеспечивать определение осевой линии каждого шва и обозначение регулярных интервалов вдоль длины шва. Общая система планирования швов сосуда представлена в Необязательном приложении А; однако может использоваться и другая система, которая соответствует вышеуказанным требованиям.

Т-450 МЕТОДЫ

Методы, описанные в этой статье, предназначены для случаев, когда используется одиночный или двойной искатель для формирования:

(a) перпендикулярных лучей с продольной волной; таким видом контроля является контроль ***прямым лучом*** или

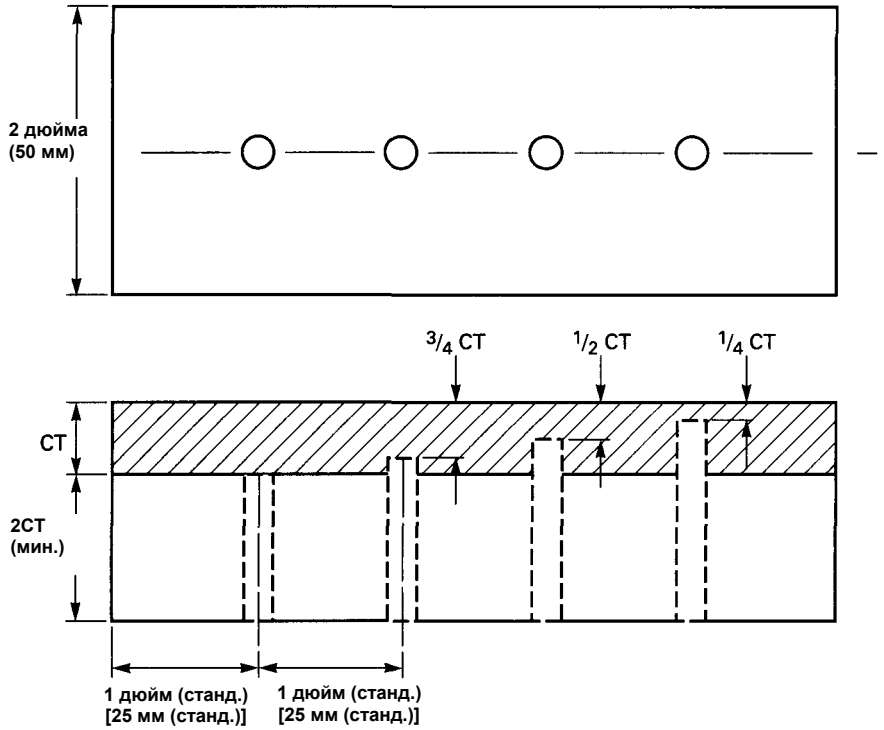
(b) продольных волн углового луча, когда оба вида отраженных волн – продольная и поперечная – наличествуют в контролируемом материале. При использовании для измерения толщины или контроля плакировки данные виды контроля обобщенно называются контролем прямым лучом. При контроле сварных швов они обобщенно называются контролем ***угловым лучом*** или

(c) поперечных волн углового луча, когда углы падения в призмах формируют только отраженные поперечные волны в контролируемом материале – контроль ***угловым лучом***.

Могут также применяться контактные или иммерсионные (погружением) методы. Базовые материалы и / или сварные швы с металлургическими структурами, вызывающими затухание переменной величины, могут потребовать того, чтобы вместо поперечных волн применялись угловые лучи с продольной волной. Кроме того, компьютерные методы отображения могут увеличить выявляемость и облегчить оценку данных.

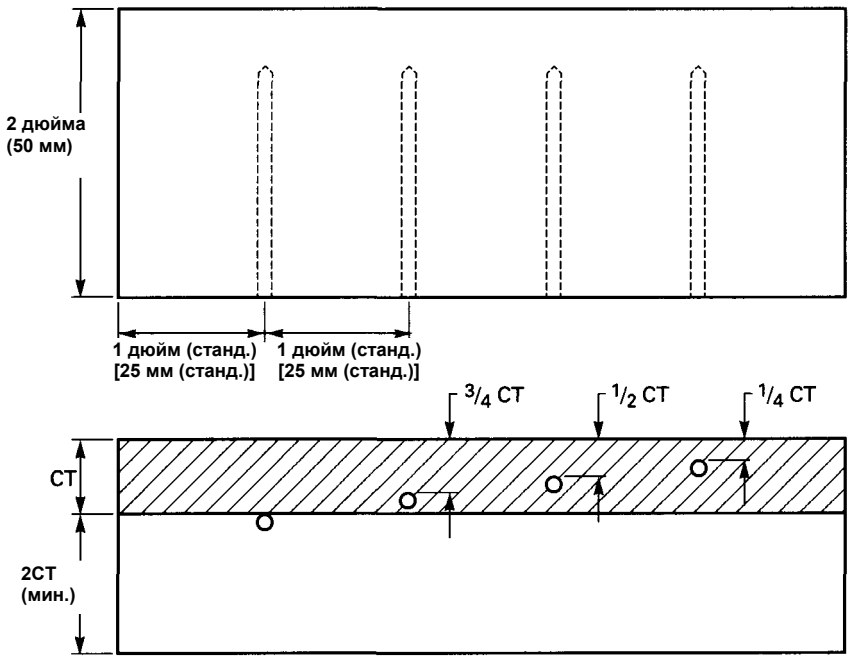
Другие методы или технологии, демонстрационные испытания которых могут быть проведены с целью получения аналогичной или более высокой чувствительности и выявляемости с помощью искателей с двумя или более преобразовательными элементами. Демонстрация должна быть согласно Статье 1, Т-150(a).

РИС. Т-434.4.2.1 АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА № 1



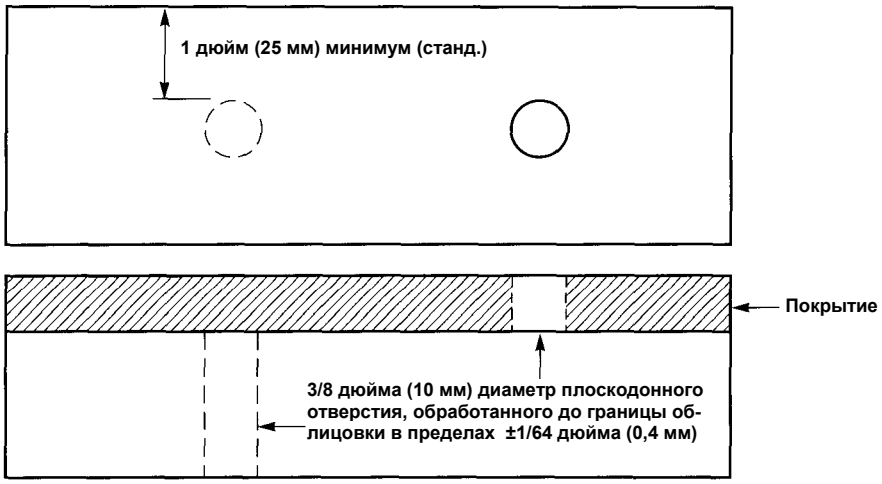
ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Все плоскодонные отверстия имеют диаметр $^{1}/_{8}$ дюйма (3 мм). Допуски на диаметр отверстия и глубина с учетом плакированной стороны образца ± $^{1}/_{64}$ дюйма (0,4 мм).

РИС. Т-434.4.2.2 АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА №1



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: Все боковые отверстия $^{1}/_{16}$ дюйма (1,5 мм) в диаметре. Допуски на расположение отверстий ± 1/64 дюйма (0,4 мм). Все отверстия выполняются на минимальную глубину 1,5 дюйма (38 мм).

РИС. Т-434.4.3 АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ МЕТОДА №2



Т-451 Крупнозернистые материалы

Ультразвуковой контроль наплавленного металла сварных швов высоколегированных сталей и высоколегированных никелевых сплавов и сварных швов разнородных металлов между углеродистыми сталями и высоколегированными сталями и высоколегированными никелевыми сплавами более сложен, чем контроль сварных швов ферритных материалов. Сложности, связанные ультразвуковым контролем, могут быть вызваны внутренней крупнозернистой и / или направленно-ориентированной структурой, что может приводить к значительным изменениям в затухании, отражении и рефракции на границах зерна и изменению скорости в зернах. Обычно требуется изменять и / или дополнять положения настоящей статьи в соответствии с Т-150(а) при контроле таких швов в этих материалах. Дополнительные изделия, которые могут потребоваться, представляют собой модели швов с контрольными отражателями в наплавленном металле шва (одиночные или двойные преобразователи продольных волн).

Т-452 Методы компьютерного отображения

Отличительным свойством методов компьютерного отображения является их эффективность, когда они используются для характеристики и оценки показаний. Однако МКО также можно использовать для выполнения базовых сканирующих функций, которые требуются для определения дефекта. Методы анализа и отображения обработанных компьютером данных используются совместно с автоматическими или полуавтоматическими механизмами сканирования для формирования дву- или трехмерных образов дефектов, что дает расширенные возможности для контроля критических элементов и структур. Компьютерная обработка может использоваться для количественной оценки типа, размера, формы, расположения и ориентации дефектов, обнаруженных УЗК или другими методами НРК. Описание некоторых МКО, которые можно использовать, представлены в Необязательном приложении Е.

Т-460 КАЛИБРОВКА

Т-461 Проверка линейности прибора УЗК

Требования Т-461.1 и Т-461.2 должны периодически соблюдаться не реже одного раза в 3- месяца для прибора УЗК аналогового типа и один год для цифрового оборудования или выполняться до начала первого использования.

Т-461.1 Линейность высоты экрана. Линейность высоты экрана оборудования УЗК должна быть оценена в соответствии с Обязательным приложением I.

Т-461.2 Линейность управления амплитудой. Линейность управления амплитудой оборудования УЗК должна оцениваться в соответствии с Обязательным приложением II.

Т-462 Общие требования к калибровке

Т-462.1 Ультразвуковая система. Калибровка включает в себя всю ультразвуковую систему и должна выполняться до использования системы в контролируемом диапазоне толщины.

Т-462.2 Калибровочная поверхность. Калибровку выполнять от поверхности, (плакированной или неплакированной; вогнутой или выпуклой) соответствующей поверхности элемента, с которой осуществляется контроль.

Т-462.3 Контактная среда. Одно и то же связующее вещество должно использоваться для калибровки и для контроля.

Т-462.4 Контактные призмы. Одни и те же контактные призмы должны использоваться во время контроля и калибровки.

должны иметь те же значения в процессе калибрования, при поверке калибрования, проверках линейности прибора УЗК и контроле.

T-462.6 Температура. При контактном контроле температурный перепад между калибровочным образцом и контролируемыми поверхностями должен быть не более 25 °F (14°C). Для иммерсионного контроля перепад температуры связующего вещества при калибровке и связующего вещества при контроле должна быть не более 25 °F (14°C).

T-463 Калибровка для плоских изделий

T-463.1 Калибровка системы при амплитудных методах

T-463.1.1 Калибровочный образец(ы). Калибровка должна выполняться с помощью калибровочного образца, как показано на Рис. T-434.2.1.

T-463.1.2 Методы. Необязательные приложения B и C содержат общие методы для калибрования при угловым лучом с поперечной волной и прямым лучом. Могут также использоваться другие методы.

Угловой луч должен быть направлен на калибровочный отражатель, который дает максимальный ответный сигнал в зоне контроля. Контроль усиления должен быть установлен таким образом, чтобы данный ответный сигнал составлял 80% ± 5% всей высоты экрана. Это первичный контрольный уровень. Искатель впоследствии должен управляться вручную без изменения настроек оборудования для получения максимальных ответных сигналов от других калибровочных отражателей в своих направлениях лучей для того, чтобы построить кривую корректировки расстояние-амплитуда. Данное калибрование должно определить калибрование диапазона расстояния и корректировку амплитуды - расстояния.

T-463.1.3 Калибрование с угловым лучом. По применимости калибрование должно обеспечивать следующие измерения (Необязательные Приложения B и M содержат общие методы):

(a) калибрование диапазона расстояния;

(b) амплитуда-расстояние;

(c) измерение амплитуды эхо-сигнала с поверхностного надреза в базовом калибровочном образце.

Когда используется электронное устройство корректировки расстояния-амплитуды, первичные контрольные ответные сигналы от базового калибровочного образца должны выравниваться на расстоянии, на котором выполняется контроль. Линия выравнивания ответного сигнала по высоте экрана должна составлять 40% - 80% полной высоты экрана.

T-463.1.4 Калибрование с помощью прямого луча. Калибрование должно обеспечивать следующие измерения (Необязательное Приложение C содержит общий метод):

(a) калибрование по расстоянию и

(b) корректировка расстояния-амплитуды в соответствующей зоне.

Когда используется электронное устройство корректировки расстояния- амплитуды, в этом случае первичные контрольные ответные сигналы с базового калибровочного образца выравниваются на расстоянии, на котором выполняется контроль. Линия выравнивания отклика по высоте экрана должна составлять 40% - 80% полной высоты экрана.

T-463.2 Система калибрования методов, основанных на калибровании по амплитуде без учета расстояния. Калибрование включает все действия, необходимые для обеспечения того, чтобы чувствительность и точность выходных сигналов по амплитуде и времени системы контроля (вне зависимости от того, отображается ли параметр, записывается или автоматически обрабатывается) повторно выполнялись от контроля к контролю. Калибрование может быть выполнено посредством базовых калибровочных образцов с искусственными или неоднородными рефлекторами. Методы предусмотрены необязательными приложениями B и C. Другие методы калибрования могут включать настройку чувствительности на основе материала контроля и т.д.

T-464 Калибрование для труб

T-464.1 Калибрование системы для методов, основанных на расстоянии и амплитуде.

T-464.1.1 Калибровочный образец (цы). Калибрование должно выполняться с помощью калибровочного образца, как показано на Рис. T-434.3.

T-464.1.2 Калибрование угловым лучом. Угловой луч должен быть направлен на калибровочный отражатель, который формирует максимальный ответный сигнал. Управление усилением должно быть установлено таким образом, чтобы этот ответный сигнал составлял 80% ±5% полной высоты экрана. Оно должно представлять собой первичный контрольный уровень. Искателем необходимо управлять вручную, не изменяя настроек прибора УЗК для получения максимального контрольного ответного сигнала от калибровочных отражателей при увеличении расстояния, необходимого для формирования кривой корректировки по расстоянию и амплитуде в трех точках. Некоторые виды калибрования необходимо создавать как для аксиальных, так и круговых надрезов. Такие виды калибрования должны определять как калибрование по расстоянию, так и корректировку по амплитуде и расстоянию.

T-464.1.3 Калибрование с помощью прямого луча.

При необходимости калибрование с помощью прямого луча должно производиться в соответствии с требованиями Необязательного Приложения C с применением боковых калибровочных отражателей T-434.1.1. Такое калибрование устанавливает калибрование диапазона расстояний и корректировка расстояния/амплитуды.

T-464.2 Система калибрования для методов, не использующих показатель «расстояние/амплитуда». Калибрование включает все действия, необходимые для обеспечения того, чтобы чувствительность и точность выходных сигналов амплитуды и времени системы контроля (отображаемые, регистрируемые или автоматически обрабатываемые) повторялись от контроля к контролю. Калибрование может выполняться с помощью базовых калибровочных образцов с применением искусственных или неоднородных отражателей. Методы представлены в Необязательных приложениях B и C. Другие методы калибрования могут включать настройку чувствительности на основе материала контроля и т.д.

T-465 Калибрование при плакировании

T-465.1 Калибрование для Метода №1. Калибрование должно выполняться с помощью калибровочного образца, как

показано на Рис. T-434.4.1. Искатель должен быть расположен таким образом, чтобы он получал максимальный ответный сигнал от калибровочного отражателя. Управление усилением должно быть настроено таким образом, чтобы этот ответный сигнал составлял 80% ±5% всей высоты экрана. Он должен составлять первичный контрольный уровень.

T-465.2 Калибрование для Метода №2. Калибрование должно производиться с применением калибровочного образца, как показано на Рис. T-434.4.3. Искатель должен быть расположен таким образом, чтобы он получал максимальный ответный сигнал первого отображаемого параметра от дна калибровочного образца. Усиление должно быть настроено таким образом, чтобы данный ответный сигнал составлял 80% ±5% от всей высоты экрана. Оно должно представлять собой первичный контрольный уровень.

T-465.3 Альтернативное калибрование для метода №1. Калибрование должно выполняться с применением калибровочных образцов, как показано на Рис. T-434.4.2.1 или T-434.4.2.2. Калибрование должно выполняться следующим образом:

(a) Искатель должен быть расположен таким образом, чтобы приходил максимальный ответный сигнал от отражателя, который дает самую высокую амплитуду.

(b) Усиление должно быть таким, чтобы ответный сигнал составлял 80% ±5% от всей высоты экрана. Оно должно составлять первичный контрольный уровень. Отметить пиковое значение на экране.

(c) Не изменяя настроек прибора УЗК, позиционируйте искатель для получения максимального ответного сигнала других отражателей и замаркируйте их пики на экране.

(d) Соедините метки на экране у каждого отражателя для формирования кривой DAC.

T-466 Подтверждение калибрования

T-466.1 Изменения в системе. Когда изменяется какая-либо часть системы, проверка калибрования должна выполняться на базовом калибровочном образце для подтверждения того, что точки диапазона расстояний и настройки чувствительности удовлетворяют требованиям T-466.3.

A08 **T-466.2 Проверка калибровки.** Проверка калибровки, как минимум, на одном из базовых отражателей в базовом калибровочном образце или проверка с помощью имитатора должны выполняться в конце каждого процесса контроля или ряда одинаковых процессов контроля, а также когда меняется персонал, проводящий испытания (кроме автоматического контроля). Зарегистрированный диапазон расстояний и значения чувствительности должны удовлетворять требованиям T-466.3.

ПРИМЕЧАНИЕ: Могут быть выполнены промежуточные проверки калибровки между необходимой первоначальной калибровкой и окончательной проверкой калибровки. Решение о проведении промежуточной проверки калибровки должно быть основано на стабильности показаний ультразвукового измерительного прибора (аналоговых в зависимости от цифровых), риске необходимости проведения повторного контроля, и преимуществе от непроведения промежуточных проверок калибровки.

T-466.2.1 Проверки имитатора. Любые проверки по имитатору, которые применяются, должны быть соотнесены с оригинальным калиброванием на базовом калибровочном образце во время исходного калибрования. Проверки по имитатору могут использовать различные типы калибровочных отражателей или заготовок (напр., IIW,) и/или электронную имитацию. Однако используемая имитация должна иметь возможность идентификации на тарировочной (ых) карте (ах). Проверки по имитатору должны выполняться на всей системе контроля. Вся система не должна проверяться за одну операцию. Однако для ее проверки искатель должен быть подсоединен к оборудованию УЗК и проверен на калибровочном отражателе. Точность проверок на имитаторе должна подтверждаться с применением базового калибровочного образца по завершении каждого периода продолжительного использования или каждые три месяца в зависимости от того, что меньше.

T-466.3 Пределы допуска при подтверждении

T-466.3.1 Точки диапазона расстояний. Если точка диапазона расстояния зашла за линию развертки больше чем на 10% показания расстояния или 5% полной развертки в зависимости оттого, что больше, в этом случае необходимо подкорректировать калибрование диапазона расстояний и занести запись корректировки в журнал контроля. Все зарегистрированные показания с момента последнего действительного калибрования или проверки калибрования подлежат повторному контролю и их значения должны быть изменены в спецификациях или повторно зарегистрированы.

T-466.3.2 Настройки чувствительности. Если какая-либо настройка чувствительности изменена более чем на 20% или 2 дБ ее амплитуды, в этом случае необходимо откорректировать калибрование чувствительности и зарегистрировать изменение в журнале контроля. Если настройка чувствительности уменьшена, все данные с момента последней действительной проверки калибрования должны быть отмечены как аннулированные, а зона, в которой находятся аннулированные данные, подлежит повторному контролю. Если настройка чувствительности увеличивается, в этом случае все зарегистрированные показания с момента последнего действительного калибрования или проверки калибрования должны быть повторно проверены, а их значения должны быть изменены в листах технических данных или повторно записаны.

T-470 КОНТРОЛЬ

T-471 Общие требования к контролю

T-471.1 Диапазон контроля. Объем, который подлежит сканированию, должен быть проверен путем перемещения искателя по сканируемой поверхности для того, чтобы просканировать весь контролируемый объем для каждого требуемого искателя.

(a) Каждый проход искателя должен, как минимум, охватывать 10% размера преобразователя (пьезоэлектрический элемент) параллельно направлению сканирования. В качестве альтернативного варианта при условии, что размер звукового луча, который параллелен направлению сканирования, измеряется в соответствии с Необязательным приложением B, B-466, Правила измерения расхождения луча, каждый проход искателя может обеспечивать покрытие, определенное как минимальное для определенного размера луча.

(b) Осцилляция искателя допускается, если можно установить, что наличествует зона перекрытия.

T-471.2 Частота повторения импульсов. Скорость повторения импульсов должна быть достаточно мала для обеспечения того, что сигнал от отражателя, который расположен на максимальном расстоянии в диапазоне контроля, придет обратно на искатель до появления следующего импульса на преобразователе.

T-471.3 Скорость перемещения искателя. Скорость перемещения искателя (скорость сканирования) не должна превышать 6 дюймов /сек. (150 мм/сек), если:

(a) частота повторения импульсов ультразвукового прибора УЗК не является достаточной для генерирования импульсов не менее 6 (шести) раз в течение времени, которое необходимо для перемещения одной второй размера преобразователя (пьезоэлектрический элемент) параллельно направлению сканирования при максимальной скорости или,

(b) динамическое калибрование не выполняется на многих отражателях, которые находятся в пределах ±2 дБ статического калибрования, и частота импульсных повторений не соответствует требованиям Т-471.2.

Т-471.4 Уровень чувствительности сканирования

Т-471.4.1 Методы амплитуды/расстояния. Уровень чувствительности сканирования должен быть выставлен как минимум[3] на 6 дБ выше уставки усиления контрольного уровня.

Т-471.4.2 Методы, не основанные на показателе расстояние/амплитуда. Уровень усиления, применяемый для сканирования, должен быть соответствующим для контролируемой системы. Он также должен иметь возможность выявления калибровочных отражателей при минимальной скорости сканирования.

Т-471.5 Подготовка поверхности. Когда базовой материал или поверхность шва подлежат контролю, базовой материал или шов должны быть подготовлены перед его прохождением соответствующим образом.

Т-472 Метод, основанный на показателе расстояние/амплитуда сварного шва

Если раздел Норм и Правил со ссылкой указывает на метод, основанный на показателе расстояние/амплитуда, в этом случае сварные соединения должны пройти сканирование с искателем углового луча как в продольном, так и в поперечном направлении (4 сканирования) относительно оси шва. Перед выполнением контроля угловым лучом контроль прямым лучом должен выполняться на объеме базового материала, через который проходят угловые лучи для обнаружения отражателей, которые могут ограничивать возможность углового луча к контролю всего объема шва.

Т-472.1 Метод, основанный на угловом луче

Т-472.1.1. Угловой луч. Искатель и выбранный угол луча должны составлять 45 градусов или угол, соответствующий контролируемой конфигурации, а также должны иметь возможность выявлять калибровочные отражатели по всему направлению луча под требуемым углом.

Т-472.1.2 Отражатели, параллельные шву. Угловой шов должен быть направлен примерно под прямым углом к оси шва с обеих сторон шва (т.е. в двух направлениях), по возможности, на одной и той же поверхности. Искатель должен быть направлен таким образом, чтобы обеспечивалось проникновение ультразвуковой энергии через требуемый объем шва и прилегающий базовый материал.

Т-472.1.3 Отражатели, поперечные шву. Угловой луч должен быть направлен параллельно оси шва. Искатель должен быть направлен таким образом, чтобы ультразвуковая энергия проникала через соответствующий объем шва и прилегающий базовый материал. Затем необходимо искатель развернуть на 180 градусов и повторить контроль. Если усиление сварного шва не обработано на станке или не зачищено заподлицо, в этом случае контроль должен выполняться на базовом металле с обеих сторон усиления шва в обоих направлениях по оси шва.

Т-472.2 Сварные швы с ограниченным доступом. Сварные швы, которые не могут быть полностью проконтролированы в двух направлениях с помощью метода на основе углового луча (например, угловые и тавровые соединения), должны проверяться, по возможности, методом прямого луча. Такие участки ограниченного доступа должны быть зарегистрированы в журнале контроля.

Т-472.3 Недоступные сварные швы. Сварные швы, которые не могут быть проконтролированы хотя бы с одной стороны (кромки) с помощью метода углового шва, должны быть указаны в журнале контроля. Что касается швов, выполненных по отбортовке, они могут контролироваться прямым лучом или продольными волнами под малым углом от торца фланца при условии, что будет проконтролирован весь объем. 07

Т-473 Методы контроля при плакировании

Методы, представленные в данных параграфах, должны применяться в тех случаях, когда требуется контроль металла сварного шва плакирующего слоя согласно разделу Норм и Правил, в котором содержится ссылка. Когда требуется проверка сцепления и дефектов материала, должен использоваться первый метод. Когда требуется только контроль сцепления, в этом случае можно использовать второй метод.

Т-473.1 Метод № 1. Проверка должна выполняться со стороны плакированной поверхности, при этом плоскость, разделяющая элементы двойного искателя, расположена параллельно оси валика шва. Искатель должен перемещаться перпендикулярно направлению шва.

Т-473.2 Метод № 2. Контроль может выполняться как со стороны плакированной, так и со стороны неплакированной поверхности. Искатель может двигаться либо перпендикулярно, либо параллельно направлению шва.

Т-474 Методы, основанные не на показателе расстояние/амплитуда

Количество углов и направления сканирования должны быть указаны в процедуре. Они должны демонстрировать способность определять несплошности минимального размера, подлежащие выбраковке в соответствии с критериями приемки раздела Норм и Правил, в котором дается ссылка. Подробные методы должны соответствовать требованиям соответствующего раздела Норм и Правил, в котором дается ссылка.

[3] Когда соответствующий раздел Норм и Правил требует определения и оценки всех показаний, превышающих 20% DAC, в этом случае усиление должно быть увеличено на дополнительную величину с тем, чтобы показание калибровочного отражателя было меньше чем 40% FSH. В качестве альтернативного варианта уровень чувствительности сканирования может быть выставлен на 14 дБ выше относительно уставки усиления контрольного уровня. (Это дополнительное усиление формирует из эталонной кривой DAC 20%-ную кривую DAC с тем, чтобы показания, превышающие 20% DAC, можно было с легкостью идентифицировать и оценить).

Т-480 ОЦЕНКА

Т-481 Общие положения

Установлено, что не все ультразвуковые отражатели указывают на дефекты, так как определенные металлургические несплошности и геометрические параметры могут давать незначащие показания. В данную категорию входят расслоения листа в ЗТВ, которые приобретают отражательную способность после изготовления. При контроле прямым лучом могут появиться точечные или линейные показатели. При контроле угловым лучом показания, которые являются результатом состояния поверхности (например, геометрия корня шва) или изменения в металлургической структуре аустенитных материалов (например, взаимовлияние автоматической и ручной сварки), могут быть классифицированы как показания вследствие геометрических факторов. Идентичность, максимальная амплитуда, расположение и размеры отражателя, влияющее на геометрические показания, должны быть зарегистрированы. [Например, внутренняя деталь, 200% DAC, 1 дюйм (25 мм) на осевой линией шва, на внутренней поверхности, от 90 градусов до 95 градусов]. Необходимо предпринять следующие шаги для классификации показаний как геометрических:

(a) Проанализировать зону, которая содержит отражатель в соответствии с применяемой процедурой контроля.

(b) Изобразить и проверить координаты отражателя. Подготовить эскиз в поперечном разрезе, который отражает положение отражателя и несплошности поверхности (корень и зенковка).

(c) Пересмотреть чертежи по изготовлению или разметке шва. Могут быть полезны другие методы неразрушающего контроля при определении верного положения, размера и ориентации отражателя.

Т-482 Уровень оценки

Т-482.1 Методы по показателю расстояние / амплитуда. Все показания свыше 20% от контрольного уровня подлежат контролю в объеме, в котором они могут быть оценены с точки зрения критериев допуска соответствующего раздела Норм и Правил.

Т-482.2 Метод, основанные не на показателе расстояние/амплитуда. Все показания более 40% недопустимого размера дефекта должны проверяться в объеме, в котором они могут быть оценены на основе приемочных критериев соответствующего раздела Норм и Правил.

Т-483 Оценка ламинарных отражателей

Отражатели, оцениваемые как ламинарные отражатели в базовом материале, который создает помехи при сканировании объемов контроля, требуют того, чтобы метод контроля угловым лучом был изменен таким образом, чтобы можно было проверить максимально возможный объем. Зарегистрировать в журнале контроля (Т-493).

Т-484 Прочие виды оценки

Размеры отражателя, превышающие требования соответствующего раздела Норм и Правил, могут оцениваться в соответствии с эквивалентными Нормами и Правилами, которые представлены в разделе.

.

Т-490 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-491 Регистрация показаний

Т-491.1 Показания, исключающие выбраковку. Такие показания должны регистрироваться в соответствии с разделом Норм и Правил, в котором приводится ссылка.

Т-491.2 Показания, ведущие к выбраковке изделия. Такие показания должны регистрироваться. По меньшей мере необходимо отмечать тип дефекта (т.е. трещина, непроплав, шлак и пр.), место расположения и размеры (напр., длина).

Т-492 Регистрация показаний контроля

По каждому ультразвуковому контролю должна быть зарегистрирована следующая информация:

(a) определение и корректировка процедуры;

(b) обозначение ультразвукового прибора УЗК (включая заводской номер);

(c) обозначение искателя(ей) (включая заводской номер, частоту и размеры);

(d) используемый угол(лы) луча;

(e) применяемое связующее вещество, торговая марка или тип;

(f) применяемый(ые) кабель(и) искателя, тип и длина;

(g) специальное оборудование, если таковое используется (искатели, клинья, башмаки, оборудование для автоматического сканирования, устройства записи и пр.);

(h) определение и корректировка программного обеспечения, если таковое используется;

(i) обозначение калибровочного образца;

(j) обозначение имитационной(ых) образцов(ок) и электронного(ых) имитатора(ов), если таковые используются;

(k) усиление контрольного уровня прибора УЗК и при использовании настройки ослабления и выбраковки;

(l) данные калибрования [включая контрольный(ые) отражатель(и), амплитуда и расстояние];

(m) образца(и) имитации корреляции данных и электронный(ые) имитатор(ы), по применимости, с начальным калиброванием;

(n) определение и место расположения сканируемого шва или объема;

(o) поверхность(и), со стороны которых проводился контроль, включая состояние поверхности;

(p) нанести или зарегистрировать показания, подлежащие выбраковке;

(q) участки ограниченного доступа или сварные швы, к которым нет доступа;

(r) данные персонала, выполняющего контроль и, если это требуется в соответствии с разделом Норм и Правил, квалификационный уровень;

(s) данные контроля.

Позиции (b) - (m) включительно могут быть указаны в отдельных протоколах калибрования при условии, что обозначение протокола регистрации калибрования указано в протоколе контроля.

Т-493 Отчет

Должен быть выполнен отчет о результатах контроля. Данный отчет должен содержать протоколы, как указано в Т-491 и Т-492. Отчет должен быть прошит, хранение его осуществляется в соответствии с разделом Норм и Правил

СТАТЬЯ 4
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I
ЛИНЕЙНОСТЬ ВЫСОТЫ ЭКРАНА

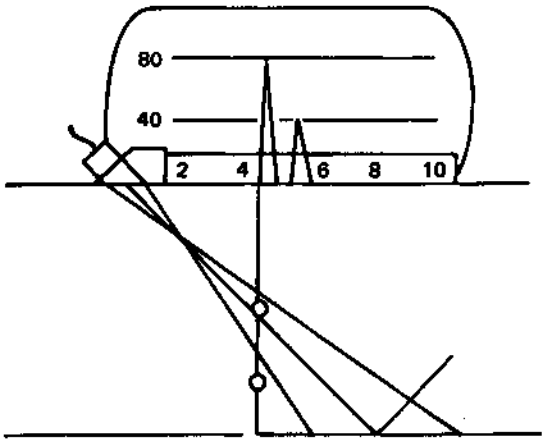
1-410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данное обязательное приложение содержит требования для проверки линейности высоты экрана и применяется в отношении ультразвуковых приборов с дисплеями сканирования типа А.

1-440 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Установить искатель с угловым лучом на калибровочный образец, как показано на Рис. I-440 так, чтобы показания от обоих отверстий ½ и ¾T давали отношение амплитуд 2:1. Настроить чувствительность (усиление) так, чтобы большее показание находилось на уровне 80% всей высоты экрана (FSH). Не перемещая искатель, настроить чувствительность (усиление), постепенно меняя настройку наибольшей величины от 100% до 20% всей высоты экрана, с шагом 10% (или 2 дБ если отсутствует тонкая настройка). Выполнить считывание меньшего показания для каждой настройки. Показание должно составлять 50% наибольшей амплитуды в пределах 5% FSH. Настройки и значения не должны превышать 1% от полного экрана. Как вариант, может использоваться искатель с прямым лучом на любом калибровочном образце, который создает разность амплитуд, с доставочным делением сигнала с целью предотвращения интерференции двух сигналов.

РИС. I-440 ЛИНЕЙНОСТЬ



ПРИЛОЖЕНИЕ II
ЛИНЕЙНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ АМПЛИТУДОЙ

II-410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данное обязательное приложение содержит требования к проверке линейности управления амплитудой и может применяться в отношении ультразвуковых приборов при использовании дисплеев сканирования типа А.

11-440 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Установить искатель с угловым лучом на базовой калибровочный образец, как показано на Рис. I-440 так, чтобы показания от бокового отверстия, выполненного на глубину *½T*, отображались на экране в виде пикового сигнала. Настроить чувствительность (усиление), как показано в следующей таблице. Показания должны попадать в поле допуска. В противном случае можно использовать любой другой подходящий отражатель на калибровочном образце, применяя искатели с угловым или прямым лучом.

Индикаторный след % полного экрана	Изменение управления, дБ	Пределы показания % полного экрана
80%	-6 дБ	32 - 48%
80%	-12 дБ	16 - 24%
40%	+6 дБ	64 - 96%
20%	+12 дБ	64 -96%

Настройки и считываемые параметры не должны превышать 1% от полного экрана.

ПРИЛОЖЕНИЕ III — МЕТОД ВРЕМЯПРОЛЕТНОЙ ДИФРАКЦИИ (TOFD)

III-410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данное обязательное приложение содержит требования к контролю сварных швов методом TOFD.

III-420 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Должны применяться требования статьи 4, если отсутствуют изменения согласно данному Приложению.

III-422 Требования к письменным процедурам

III-422.1 Требования. Метод TOFD должен выполняться в соответствии с письменной процедурой, которая, как минимум, должна содержать требования, **A08**

ТАБЛИЦА III-422
ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРОЦЕДУРЕ КОНТРОЛЯ МЕТОДОМ TOFD

Требование (по применимости)	Существенная переменная	Несущественная переменная
Изготовитель и модель прибора	X	…
Программное обеспечение прибора	X	…
Направления и объем сканирования	X	…
Метод определения длины дефекта	X	…
Метод определения высоты дефекта	X	…
Расстояние между точками сбора данных (только увеличение)	X	…

перечисленные в Таблицах T-421 и III-422. Официальная процедура должна устанавливать одно значение или диапазон значений для каждого требования.

A08 **III-422.2 Квалификация процедуры.** Когда квалификация процедуры предусматривается, изменение требования согласно Таблицам T-421 или III-422 (существенная переменная) требует повторной квалификации письменной процедуры при помощи демонстрационных испытаний. Изменение требования по несущественной переменной не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения существенных или несущественных переменных относительно тех данных, которые указаны в письменной процедуре, требуют пересмотра или дополнения письменной процедуры.

III-430 ОБОРУДОВАНИЕ

III-431 Требования к приборам

III-431.1 Приборы* Прибор должен обеспечивать линейное сканирование по типу "A" как для настройки параметров сканирования, так и для анализа сигнала. Линейность прибора должна быть такой, чтобы точность указанной амплитуды или времени составляла ±5% действительной полной амплитуды или времени. Ультразвуковой генератор импульсов может формировать напряжение возбуждения тональной посылкой, униполярной или биполярной прямоугольной волной. Ширина импульса должна иметь возможность настройки для оптимизации амплитуды и длительности импульса. Частотный диапазон ультразвукового приемника должен, как минимум, равняться номинальной частоте зонда и быть таким, чтобы -6дБ ширина спектра сигнала зонда не выходила за-6дБ диапазон приемника. Управление усилением приемника должно иметь возможность настройки амплитуды сигнала с шагом 1 дБ или менее. Предусилители могут быть включены в систему. АЦП волн должно иметь интервалы замеров, как минимум, в четыре раза превышающие номинальную частоту преобразователя. Когда обработка цифрового сигнала должна выполняться на необработанных данных, они должны быть увеличены в 8 раз по сравнению с номинальной частотой зонда.

III-431.2 Отображение данных и запись. Отображение данных должно обеспечивать изображение неспрямленного сканирования типа A с тем, чтобы позиционировать начало и длину строб-импульса, который определяет объем сканирования по типу A с временной разверткой, который подлежит регистрации. Оборудование должно обеспечивать хранение всех сессий сканирования со строб-импульсом по типу A на магнитный или оптический носитель. Оборудование должно поддерживать анализ шва в разрезе минимум со шкалой с 64-кратным спектром серого цвета или уровнями цвета. (Хранение изображений шлифов без нижних радиочастотных сигналов сканирования типа A не допускается.) Программное обеспечение для дисплеев TOFD должно включать алгоритмы для линейной настройки курсоров или временной развертки сигнала для выполнения глубинного и вертикального анализа. В дополнение к хранению данных сигнала, включая показания амплитуды и временной развертки, оборудование должно также хранить информацию о положении с указанием относительного расположения сигнала с учетом смежного сигнала(ов), т.е., закодированное положение.

III-432 Искатели

III-432.1 Общие положения. Ультразвуковые преобразователи должны соответствовать следующим минимальным требованиям:

(a) Два преобразователя должны использоваться в устройстве передачи-приема (пара TOFD)..

(b) Каждый преобразователь в паре TOFD должен иметь такую же номинальную частоту.

(c) Пара TOFD должна иметь одинаковые размеры элемента.

(d) Длительность импульса преобразователя не должна превышать 2 циклов (измеряется в соответствии с уровнем 20дБ ниже пикового ответного сигнала).

(e) Преобразователи могут быть фокусирующими или нефокусирующими. Для определения рекомендуются нефокусирующие преобразователи. Фокусирующие преобразователи рекомендуются для разрешения высокого качества с целью определения размеров.

(f) Преобразователи может быть с одним элементом или с фазированной дифракционной решеткой.

(g) Номинальная частота должна находиться в диапазоне от 2 МГц до 15 МГц, если переменные величины (зернистая структура материала) не требуют использования других частот для обеспечения соответствующего проникновения или лучшего разрешения.

III-432.2 Плакирование — Искатели для Метода № 1. Требования T-432.2 не применяются к методу TOFD.

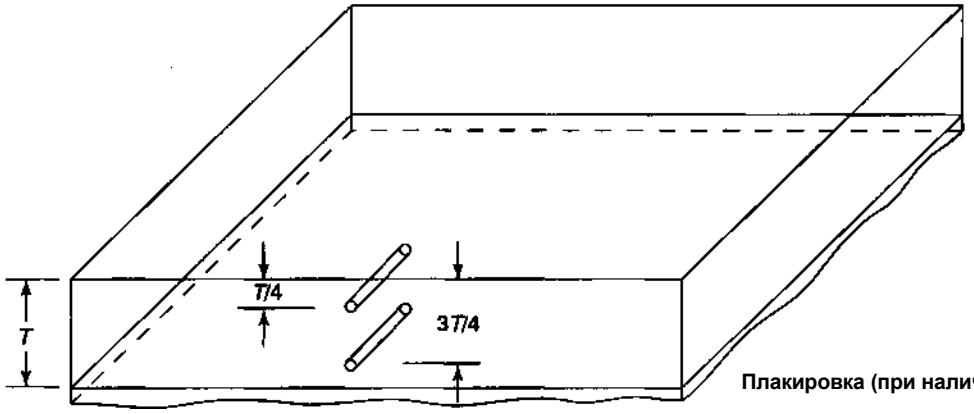
III-434 Калибровочные образцы

III-434.1.1 Отражатели. Для обеспечения соответствующих настроек чувствительности должны использоваться боковые отверстия

III-434.2.1 Базовый калибровочный образец. Конфигурация базового калибровочного образца и отражатели должны соответствовать Рис. III-434.2.1(a). Требуется, как минимум, два отверстия на зону, если шов заходит на другие зоны. См. Рис. III-434.2.1(b) – примеры для двух зон. Размер образца и расположение отражателя должны соответствовать настройкам чувствительности применяемых углов луча.

III-434.2.2 Толщина образца. Толщина образца должна составлять ±10% номинальной толщины образца, у которого проверяется толщина до 4 дюймов (100 мм) или ±0.4 дюйма (10 мм) – толщины более 4 дюймов (100 мм)..

РИС. III-434.2.1(a) КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ TOFD **A08**



Толщина шва, дюймы (мм)	Диаметр отверстия, дюймы (мм)
До 1 (25)	3/32 (2,5)
Свыше 1 (25) - 2 (50)	1/8 (3)
Свыше 2 (50) - 4 (100)	3/16 (5)
Свыше 4 (100)	1/4 (6)

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

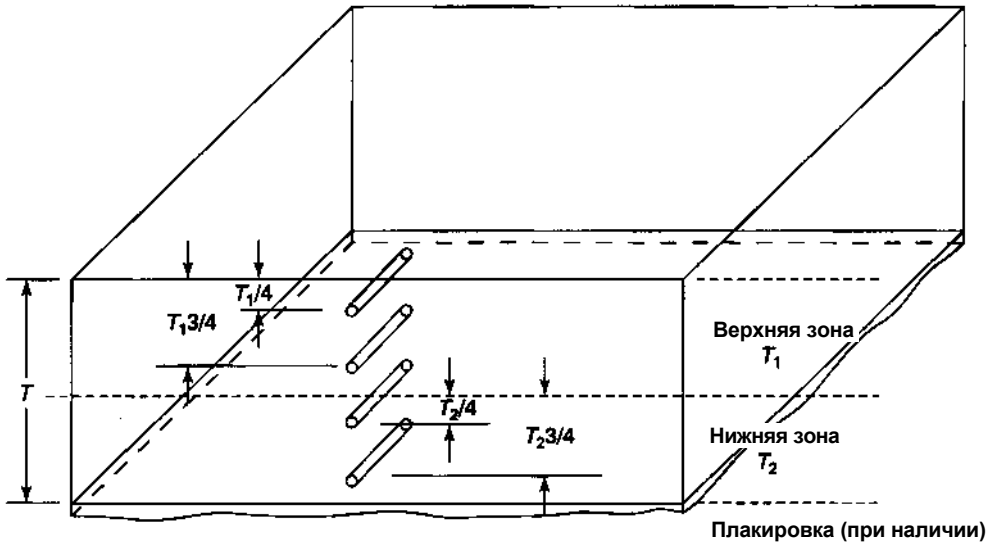
(a) Отверстия должны быть выполнены и развернуты на глубину минимум 2 дюймов (50 мм) параллельно контролируемой поверхности.

(b) *Допуски на отверстие.* Допуск на диаметр должен быть ± 1/32 дюйма (± 0.8 мм). Допуск на расположение в теле образца должен составлять ± 1/8 дюйма (± 3 мм)

(c) Все отверстия должны быть расположены на лицевой (боковой) части образца и их центр должен быть приблизительно в центре лицевой (боковой) части.

(d) Когда шов состоит из нескольких зон, в этом случае каждая зона должна иметь боковое отверстие Tz/4 и Tz 3/4, где Tz - это толщина зоны.

РИС. III-434.2.1(b) ПРИМЕР КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА С ДВУМЯ ЗОНАМИ **A08**



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

(a) T1 равняется толщине верхней зоны.

(b) T2 равняется толщине нижней зоны.

Как вариант, может использоваться образец с большей толщиной при условии, что размер контрольного отражателя зависит от контролируемой толщины. Существует соответствующее количество отверстий, которые соответствуют требованиям III-434.2.1

III-434.2.3 Диапазон пригодности образца. Требования T-434.2.3 не применяются к методу TOFD.

III-434.2.4 Дополнительный образец. Требования T-434.2.4 не применяются к методу TOFD.

III-434.3 Трубный калибровочный образец. Требования T-434.3 не применяются в отношении метода TOFD.

III-434.4 Калибровочные образцы с плакировкой. Требования T-434.4 не применяются в отношении метода TOFD.

III-435 Механическая часть

Для обеспечения определенного расстояния между преобразователями должны использоваться механические держатели. Механические держатели должны также обеспечивать центровку относительно соответствующей оси сканирования на контрольном образце. Перемещение преобразователя может быть достигнуто с помощью механических или ручных средств. Механический держатель для преобразователей должен быть оборудован позиционным кодирующим устройством, которое синхронизируется с процессом сканирования типа A.

III-460 КАЛИБРОВАНИЕ

III-463 Калибрование плоских образцов

III-463.1 Калибровочный образец. Калибрование должно выполняться с применением калибровочного образца, как показано на Рис. 434.2.1(a) или на контролируемом материале.

III-463.2 Калибрование. Установить преобразователи TOFD на поверхность, которая используется для калибрования, а также установить управление усилением таким образом, чтобы амплитуда боковой волны составляла 40% - 90% FSH, а уровень шума был менее 5-10% FSH. Это настройка образцовой чувствительности. Что касается контроля сложной зоны, когда боковая волна не отображается, или едва различима, установить управление усилением на уровень шума.

A08 **III-463.3 Подтверждение чувствительности.** Выполнить сканирование боковых просверленных отверстий калибровочного образца, когда их центр находится между преобразователями при образцовом уровне чувствительности, как указано в п. III-463.2. Ответные сигналы от боковых просверленных отверстий в необходимых зонах должны быть как минимум на 6 дБ выше помех от зернистости и должны быть видны на результирующем цифровом дисплее с серой шкалой.

III-463.4 Контроль сложной зоны. Когда шов разбит на несколько зон, необходимо выполнить требования III-463.2 и III-463.3 в отношении каждой пары преобразователей TOFD. Кроме того, самое ближнее SDH в примыкающей зоне(ах) должно быть определено.

III-463.5 Ширина зоны подтверждения. Две дополнительных сессии сканирования в соответствии с п. III-463.3 должны быть выполнены с помощью преобразователей, смещенных в какую либо сторону от границы соответствующей зоны $\pm^{1}/_{2}$ дюйма (13 мм). Если требуемые отверстия не определены, две дополнительных сессии сканирования должны быть выполнены с помощью преобразователей, которые смещены на расстояние, как указано выше. Например, см. Рис. III-463.5.

III-463.6 Кодирующее устройство. Кодирующие устройства должны быть откалиброваны в соответствии с рекомендациями изготовителя и проверяться перемещением на минимальное расстояние 20 дюймов (500 мм), при этом точность отображения расстояние должна составлять ±1% от смещенного действительного расстояния.

III-464 Калибрование для труб

Требования T-464 не применяются в отношении метода TOFD.

III-465 Калибрование для плакировки

Требования T-465 не применяются в отношении метода TOFD.

III-467 Верификация кодирующего устройства

Проверка калибрования должна выполняться раз в месяц или до начала первого использования путем перемещения кодирующего устройства на расстояние не менее 20 дюймов (500 мм) при этом точность отображения расстояние должна составлять ±1% от смещенного действительного расстояния.

III-470 КОНТРОЛЬ

III-471.1 Диапазон контроля. Сканируемый объем должен проверяться с помощью пары преобразователей TOFD с центрами на оси шва и перпендикулярно ей, путем перемещения пары преобразователей параллельно и вдоль оси шва. Если требуется сканирование со смещением по причине большой ширины шва, в этом случае необходимо выполнить начальное сканирование с помощью преобразователей, смещенных к одной стороне оси шва, а затем к другой стороне шва.

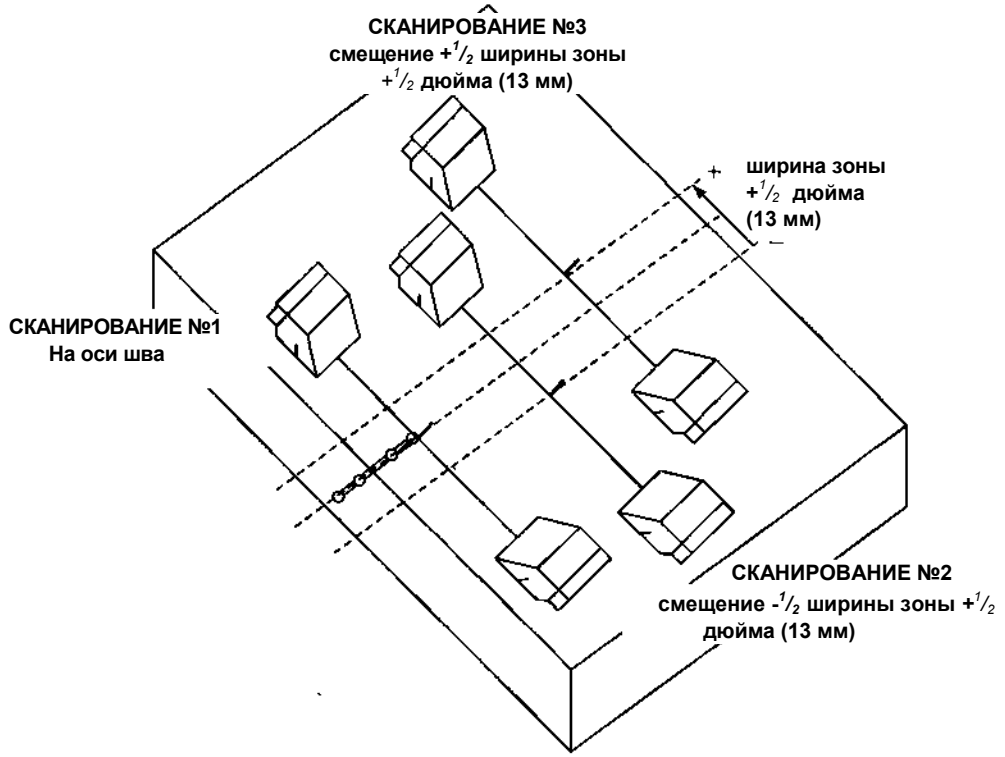
III-471.4 Перекрытие. Минимальное перекрытие между близлежащими проходами сканирования должно составлять 1 дюйм (25 мм).

III-471.5 Контроль составной зоны. Если шов включает в себя несколько зон, в этом случае необходимо повторить III-471.1 в каждой шовной зоне.

III-471.6 Запись данных (область строба). Должен быть зарегистрирован неспрямленный (РЧ-волна) сканирующий сигнал типа A. Область строба сканирования типа A должна быть задана для того, чтобы начаться до боковой волны и, как минимум, не закончиться до того момента, пока весь первый сигнал от задней стенки с допуском на толщину и несогласованные колебания не будет зарегистрирован. Полезные данные могут быть получены на основе сигналов с преобразованным режимом; следовательно, временной интервал между первым сигналом от задней стенки и сигналом от задней стенки в преобразованном режиме должен быть включен в собираемые данные, если это требуется в соответствии с Нормами и правилами.

III-471.8 Отражатели, перпендикулярные шву. 07
Контроль наклонным преобразователем должен выполняться в соответствии с T-472.1.3 для отражателей, которые перпендикулярны оси шва,

РИС. III-463.5 СМЕЩЕННЫЕ ПРОХОДЫ СКАНИРОВАНИЯ



если соответствующий раздел Норм и Правил не предусматривает метод TOFD. В этих случаях расположите каждую пару преобразователей TOFD параллельно оси шва и перемещайте пару преобразователей вдоль и вниз по оси шва. Если усиление шва не зачищено заподлицо, расположите преобразователи на близлежащем листовом материале параллельно оси шва настолько, насколько это возможно.

III-471.9 Дополнительный контроль с помощью поперечных волн.

Ввиду наличия индикаторных сигналов от боковой волны и от задней стенки, дефекты, присутствующие в этих зонах, могут не определяться. Следовательно, поверхности, находящиеся в максимальной близости ко шву (т.е. и верхний торец, и нижний торец) должны контролироваться с помощью наклонного преобразователя в соответствии с требованиями статьи 4 с учетом выбранных углов, которые максимально близки к прямому углу относительно границ проплавления. Такой контроль можно выполнять вручную и механическим способом. Если контроль выполняется механическим способом, в этом случае сбор данных должен проводиться совместно с контролем TOFD.

III-472 Метод, основанный на показателе расстояние/амплитуда сварного шва

Требования Т-472 не применяются относительно метода TOFD.

III-473 Метод контроля плакировки

Требования Т-473 не применяются к методу TOFD.

III-475 Интервал выборки данных.

Максимальный интервал выборки 0.040 дюйма (1 мм) должен находиться между проходами сканирования типа А, которые выполняются при толщине менее 2 дюймов (50 мм). Интервал выборки до 0.080 дюйма (2 мм) может использоваться для толщин более 2 дюймов (50 мм).

III-485 Отсутствующие линии данных

Отсутствующие линии на дисплее не должны превышать 5% от собираемых линий сканирования. Лежащие рядом линии не должны отсутствовать.

III-486 Определение размера дефекта и толкование данных A08

Когда требуется определить высоту дефекта после калибрования системы по III-643, необходимо выполнить свободный проход на калибровочном образце. Глубина отражения от задней стенки, рассчитанная системой, должна быть в пределах ±0.4 дюйма (1 мм) от действительной толщины. Для контроля нескольких зон, когда задняя стенка не отображается или трудноразличима, можно использовать боковые просверленные отверстия или другие эталонные отражатели с известной глубиной в калибровочном блоке. Дополнительную информацию по размерам дефектов и толкованию см. в Необязательном приложении N к настоящей Статье.

Окончательное толкование необходимо давать только после выполнения регулировки всех параметров дисплея (т.е., контрастность, яркость, боковое удаление и удаление задней стенки и обработка SAFT и т.д.).

III-490 ДОКУМЕНТАЦИЯ

III-492 Отчет о контроле

По каждому виду контроля подлежит регистрации необходимая информация согласно по T-492, а также следующая информация:

(a) высота дефекта расстояние между центрами преобразователей (PCS)

(b) расстояние между точками отбора проб

(c) высота дефекта

A08 *(d)* окончательные уровни обработки отображения

III-493 Отчет

Должен быть подготовлен Отчет о контроле. Отчет включает протоколы по T-491, T-492 и 111-492. Отчет должен вестись в соответствии с соответствующим разделом Норм и Правил.

A08 ПРИЛОЖЕНИЕ IV — ТЕХНИКА РУЧНОГО РАСТРОВОГО КОНТРОЛЯ ФАЗИРОВАННОЙ РЕШЕТКОЙ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОГО МЕХАНОАКУСТИЧЕСКОГО БЛОКА

A08 IV-410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данное обязательное приложение содержит требования к фазированной решетке, ручному растровому сканированию, ультразвуковой технике с использованием линейного механоакустического блока. Приемы, рассматриваемые в настоящем Приложении - одиночный[2] (с фиксированным углом), E-сканирование[3] (с фиксированным углом), и S-сканирование[4] (качающийся меняющийся угол).

IV-420 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Требования Статьи 4 применяются в случаях, кроме тех случаев, когда внесены изменения в Настоящее Приложение.

IV-422 Требования официальной процедуры

A08 **IV-422.1 Требования.** Необходимо применять требования из Таблицы T-421 и Таблицы IV-422.

A08 **IV-422.2 Квалификационные испытания процедуры.** Необходимо применять требования из Таблицы T-421 и Таблицы IV-422.

IV-461 Проверка линейности прибора

A08 **IV-461.2 Линейность управления амплитудой.** Линейность управления ультразвуковой амплитудой должна быть оценена в соответствии с Обязательным приложением III для каждой схемы устройств приема и передачи.

IV-462 Общие требования к калиброванию

IV-462.7 Закон фокуса.[1] Закон фокуса, который используется во время контроля, должен быть применен при калибровании.

[1] *Закон фокуса* определяется как рабочий файл фазированной решетки, который определяет элементы искателей и их время задержки, как для функции преобразователя, так и для функции приемника**,**

[2] ***Одиночный*** (с фиксированным углом) это закон фокуса применяемый к конкретному набору активных элементов для луча с постоянным углом, имитирующего обычный зонд с одиночным элементом.

[3] *E-сканирование* (также называемое электронным растровым сканированием) является одиночным законом фокуса с мультиплексированием посредством группирования активных элементов, для луча с постоянным углом, ступенчато меняющегося по длине фазированной решетки с определенными приращениями.

[4] *S-сканирование* (также называемое Секторным или азимутальным сканированием) может относиться либо к движению луча или отображению данных.

ТАБЛИЦА IV-422 A08

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ РУЧНОГО РАСТРОВОГО КОНТРОЛЯ ФАЗИРОВАННОЙ РЕШЕТКОЙ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОГО МЕХАНОАКУСТИЧЕСКОГО БЛОКА

Требования (По применимости	Существенная переменная	Несущественная переменная
Искатель (размер элемента и его номер, шаг и зазор)	X	…
Фокусное расстояние (плоскость идентификации, глубина или траектория звука)	X	…
Размер эффективной апертуры (т.е., количество элементов, эффективная высота и ширина элемента)	X	…
Угол призмы	X	…
Дополнительные требования к E-сканированию		…
Диапазон номеров используемых элементов (т.е., 1-126, 10-50, и т.д.)	X	…
Последовательное приращение элементов (т.е., 1,2, и т.д.)	X	…
Дополнительные требования к S-сканированию		…
Используемый диапазон углов	X	…
(т.е., 40 º-50 º, 50 º -70 º, и т.д.)		…
Последовательное приращение угла (т.е., $^1/_2$ º, 1 º, и т.д.)	X	…

IV-462.8 Калибровка луча. Все отдельные лучи, A08 используемые при контроле, должны быть откалиброваны с целью измерения расстояния и поправки к амплитуде на траектории звука, применяемой при контроле. Поправка должна учитывать соответствующую компенсацию на отклонения траектории звука в оптической призме и эффект затухания в призме.

IV-492 Отчет о проведении контроля A08

По каждому виду контроля подлежит регистрации необходимая информация согласно по T-492, а также следующая информация:

(a) тип искателя, размеры элемента и номер, размеры

(b) параметры закона фокуса, включая, по применимости, угол, глубину и используемые номера элементов, диапазон элементов, последовательное приращение элементов, диапазон углов, последовательное приращение углов

(c) угол призмы

(a) Перемещение луча –набор законов фокуса, обеспечивающих последовательность веерообразных лучей в определенном диапазоне углов с использование одного и того же комплекта элементов.

(b) Отображение данных – двумерный вид всех A-сканирований из конкретного набора элементов с поправкой на задержку и отраженный угол. Объемные отображения S-сканирований с поправкой дают радиальное изображение с дефектами, расположенными в геометрически точных местах, которые можно измерить.

СТАТЬЯ 4
НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
РАСПОЛОЖЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК СОСУДА

А-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее приложение содержит требования к определению контрольных точек сосуда.

А-440 РАЗНОСТОРОННИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Схема расположения шва должна включать контрольные точки на осевой линии шва. Расстояние между контрольными точками должно быть одинаковым (например, 12 дюймов, 3 фута, 1 м и т.д.), они маркируются числами (напр., 0, 1,2, 3, 4 и т.д.). Интервал, количество точек, а также начальная точка должны быть зарегистрированы в отчете. Осевая линия шва должна разделять две контролируемые зоны.

А-441 Кольцевые сварные швы

Стандартная начальная точка должна находиться на нулевой оси сосуда. Контрольные точки должны быть пронумерованы по часовой стрелке, если смотреть на сосуд сверху или, если это горизонтальные сосуды – то со стороны впускного отверстия сосуда. Контролируемые поверхности должны быть промаркированы (например, в случае с вертикальными сосудами, над швом или под ним).

А-442 Продольные сварные швы

Продольные сварные швы должны быть размечены от осевой линии кольцевых швов в верхней части шва или, если это горизонтальные сосуды, то на конце шва, который максимально близко расположен к впускному отверстию сосуда. Контролируемая поверхность должна быть промаркирована по часовой или против часовой стрелки, если смотреть на сосуд сверху, или, если это горизонтальные сосуды, то со стороны впускного отверстия сосуда.

А-443 Швы приварки патрубка к сосуду

Внешняя образцовая окружность должна иметь соответствующий радиус для того, чтобы окружность попадала на внешнюю поверхность сосуда за пределами углового шва. Внутренняя образцовая окружность должна иметь соответствующий радиус для того, чтобы окружность лежала в пределах ½ дюйма (13 мм) от осевой линии шва. Нулевая точка на шве должна представлять верхнюю часть патрубка. Нулевая точка для швов вертикально ориентированных патрубков должна быть расположена на нулевой оси сосуда или, если это горизонтальные сосуды, то точка, которая максимально близко расположена к впускному отверстию сосуда. Угловое расположение шва должно быть выполнено по часовой стрелке на внешней поверхности и против часовой стрелки на внутренней поверхности. Линии 0 градусов, 90 градусов, 180 градусов и 270 градусов маркируются на всех швах патрубков, которые подлежат контролю; линии с шагом 30 градусов должны маркироваться на швах патрубков номинального диаметра больше 8 дюймов (200 мм); линии с шагом 15 градусов должны быть промаркированы на швах патрубков номинального диаметра больше 24 дюймов (600 мм); линии с шагом 5 градусов должны быть промаркированы на швах патрубка диаметром больше 48 дюймов (1200 мм).

ПРИЛОЖЕНИЕ В
ОБЩИЕ МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ ДЛЯ НАКЛОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

В-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение предусматривает общие методы для калибрования наклонного преобразователя. Могут применяться другие методы.

Описания и рисунки, касающиеся общих методов, имеют отношение к положению и глубине отражателя до восьми путей типа V. Диапазон развертки может калиброваться в пересчете на единицы пути в металле[1], проекция расстояния на поверхности или действительной глубины до отражателя (как показано на Рис. В-461.1, В-461.2 и В-461.3). Может быть выбран определенный метод в соответствии с предпочтениями персонала, выполняющего контроль.

В-460 КАЛИБРОВАНИЕ

В-461 КАЛИБРОВАНИЕ ДИАПАЗОНА РАЗВЕРТКИ

В-461.1 Боковые отверстия (см. Рис. В-461.1.1)

В-461.1.1 Настройка управления задержки. Настроить искатель на максимальное первое показание от бокового отверстия *¼T* (SDH). Настроить левую границу данного показания на линию 2 на экране с управлением задержкой.

[1] Отражения от концентрических цилиндрических поверхностей, которые имеются в некоторых образцах IIW и калибровочных образцах расстояния AWS, использоваться для настройки нуля с задержкой и диапазона развертки для калибрования пути в металле.

РИС. B-461.1 ДИАПАЗОН РАЗВЕРТКИ (БОКОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ)

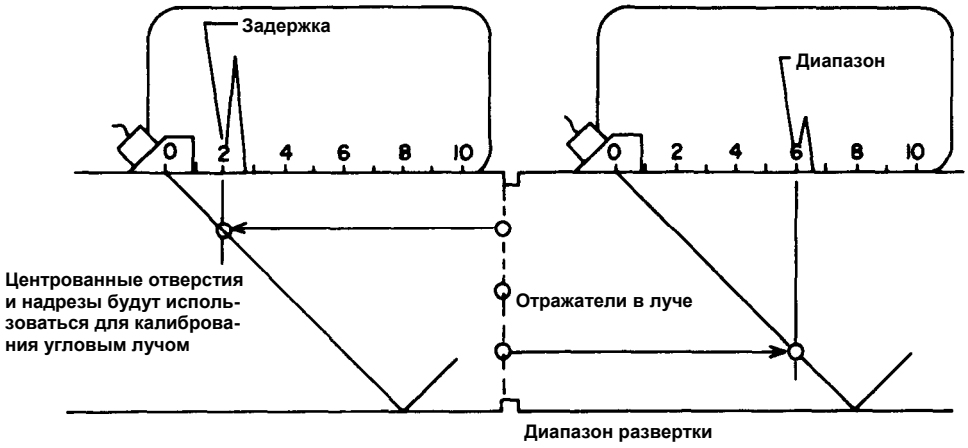


РИС. B-461.2 ДИАПАЗОН РАЗВЕРТКИ

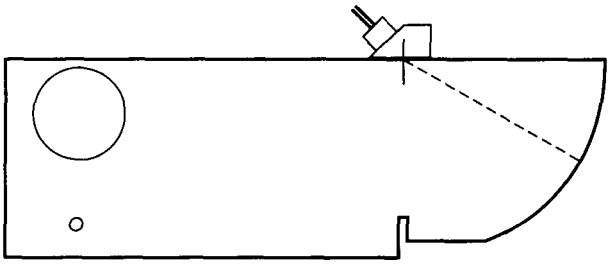
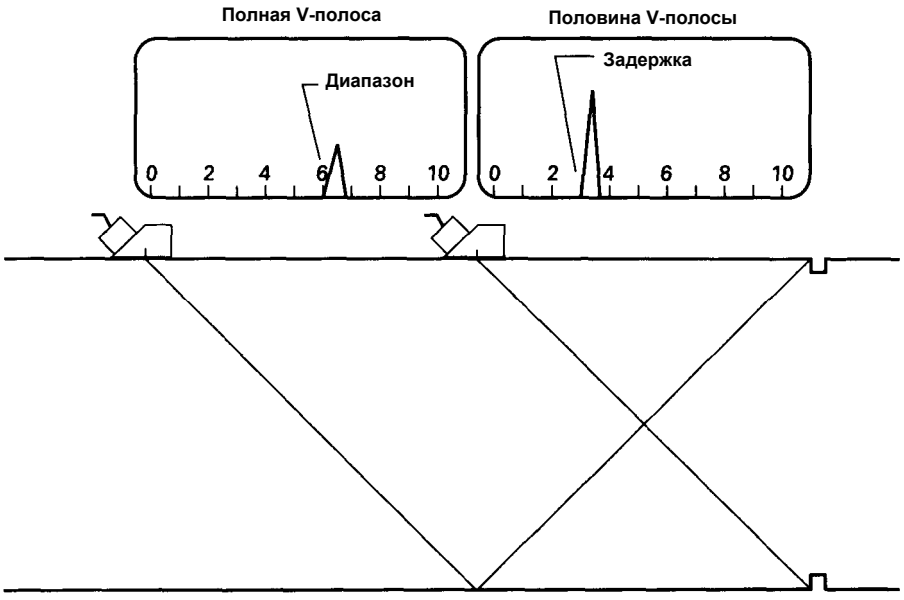


РИС. B-461.3 ДИАПАЗОН РАЗВЕРТКИ (НАДРЕЗЫ)



B-461.1.2 Настройка управления диапазона .[2] Настроить искатель на максимальное значение у ¾*T* SDH. Настроить левую границу данного показания на линию 6 на экране с управлением диапазоном.

B-461.1.3 Повторная настройка. Повторять настройку управления задержкой и диапазона до тех пор, пока значения ¼*T* и ¾*T* SDH не начнут отображаться на линиях 2 и 6.

B-461.1.4 Показания от надреза. Настроить искатель на максимальный ответный сигнал, идущий от квадратного надреза на противоположной поверхности. Значение появится рядом с линией развертки 8.

B-461.1.5 Показания развертки. Две части развертки теперь равняются ¼*T*.

B-461.2 Образец IIW (См. Рис. B-461.2). Контрольные образцы IIW могут использоваться для калибрования диапазона развертки, который отображается на экране прибора. У них есть преимущество, которое заключается в возможности содержать отражатели, выполненные через точные интервалы, на которые не влияют неточности расположения боковых отверстий в базовом калибровочном образце или тот факт, что отражатель находится не на осевой линии бокового отверстия. Эти образцы изготавливаются из множества сплавов и частей. Калибрование диапазона наклонного преобразователя выполняется от отражателя радиусом в 4 дюйма (100 мм) и других отражателей. Калибровочный образец, представленный на Рис. B-461.2, дает показания при 4 дюймах (100 мм). Второе показание от вертикальных надрезов в центральной точке 8 дюймов (200 мм) обратно к радиусу и с возвратом к преобразователю, когда точка выхода из призмы находится прямо над центром радиуса. Другие образцы IIW дают сигналы при 2 дюймах (50 мм) и 4 дюймах (100 мм). Третье исполнение дает показания при 4 дюймах (100 мм) и 9 дюймах (225 мм).

B-461.2.1 Настройка искателей. Настроить искатель на максимальное значение радиуса 4 дюйма (100 мм), вращая его из стороны в сторону с целью максимального увеличения второго показания от отражателя.

B-461.2.2 Настройка управления задержкой и диапазоном.

Не перемещая искатель, настроить управление диапазоном и задержкой для того, чтобы показания начали появляться на соответствующих отрезках пути в металле.

B-461.2.3 Повторные настройки. Повторно настраивайте задержку и диапазон до тех пор, пока два значения не будут находиться на соответствующем отрезке пути в металле на экране.

B-461.2.4 Значения развертки. Две части развертки теперь равняются 1/5 выбранного интервала растра.

B-461.3 Трубный образец (См. Рис. B-461.3). Надрезы в трубных калибровочных образцах могут использоваться для калибрования диапазона расстояния, который отображается на экране. У них есть преимущество, которое заключается в наличии отражателей на точных расстояниях от внутренней и наружной поверхностей.

B-461.3.1 Настройка управления задержкой. Настроить искатель на максимальное первое показание от надреза на внутренней поверхности с учетом действительного пути луча на экране прибора. Настроить левый край по пути в металле на экране с помощью управления задержкой.

B-461.3.2 Настройка управления диапазона. Настроить искатель на максимальное второе показание от надреза на внешней поверхности. Настроить левый край по пути в металле на экране с помощью управления скоростью и диапазоном.

B-461.3.3 Повторные настройки. Повторять настройку управления задержкой и диапазоном до тех пор, пока два значения не будут находиться на соответствующих путях в металле на экране.

B-461.3.4 Показания развертки. Две части развертки теперь равны $^{1}/_{5}$ выбранного интервала растра.

B-462 Корректировка показателя расстояние/амплитуда

B-462.1 Калибрование уровня первичного контрольного сигнала от бокового отверстия со стороны плакировки (См. Рис. B-462.1)

(a) Настроить искатель на максимальный ответный сигнал SDH, который дает самую высокую амплитуду.

(b) Настроить управление чувствительностью (усилением) для обеспечения показания в 80% (±5%) всей экрана (FSH). Отметить пиковое значение на экране.

(c) Настроить искатель на максимальный ответный сигнал другого SDH.

(d) Отметить пиковое значение на экране.

(e) Настроить искатель на максимальную амплитуду третьего SDH и отметить пиковое значение на экране.

(f) Настроить искатель на максимальную амплитуду в ¾*T* SDH после отражения луча от противоположной поверхности. Значение должно появиться около линии 10. Отметить пиковое значение на экране для положения ¾*T*.

(g) Соединить метки на экране (SDH) для построения кривой показателя расстояние/амплитуда (DAC).

(h) Калибровочная корректировка для перпендикулярных отражателей на противоположной поверхности, см. п. B-465.

B-462.2 Калибрование уровня первичного контрольного сигнала от SDH с необлицованной стороны (См. Рис. B-462.1)

(a) С облицованной стороны определить изменение (дБ) амплитуды между положениями SDH ¾*T* и $^{5}/_{4}T$.

(b) С необлицованной стороны выполнить калибрование, как указано в B-462.1(a) - B-462.1(e).

(c) Определить амплитуду положения SDH $^{5}/_{4}$T, настроить искатель на максимальное значение амплитуды от SDH ¾T. Снизить амплитуду сигнала на количество дБ, как указано в (*a*) выше. Отметить высоту амплитуды данного сигнала на линии развертки 10 (положение $^{5}/_{4}T$).

(d) Соединить метки для построения кривой DAC. Это поможет в оценке показаний ниже облицованной поверхности (рядом с линией развертки 8).

(e) Что касается калибровочной корректировки для перпендикулярных плоских отражателей рядом с противоположной поверхностью, см. B-465.

[2]«Диапазон» был заменен на многих новых приборах на "скорость".

РИС. B-462.1 КОРРЕКТИРОВКЯ ПОКАЗАТЕЛЯ РАССТОЯНИЕ/АМПЛИТУДА (БОКОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ)

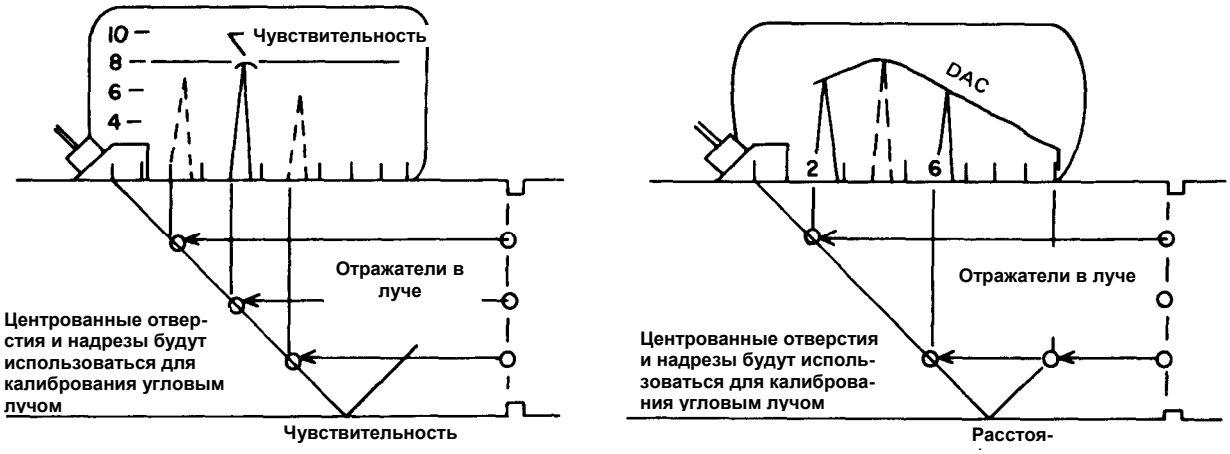
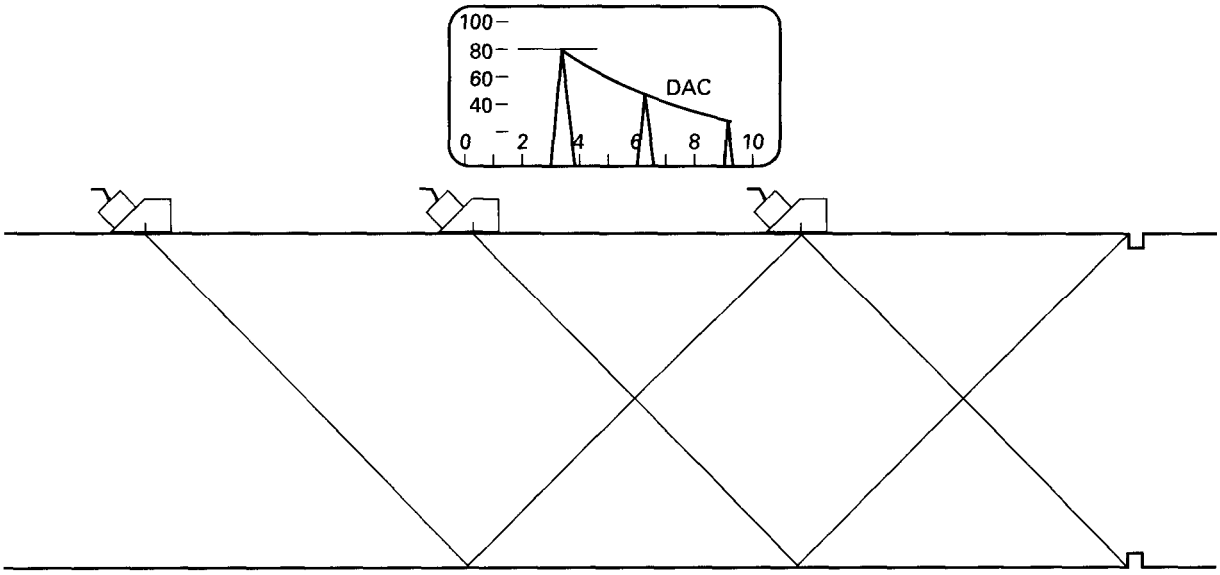


РИС. B-462.3 КОРРЕКТИРОВКА ПОКАЗАТЕЛЯ РАССТОЯНИЕ/АМПЛИТУДА И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (НАДРЕЗЫ)



B-462.3 Калибрование первичного контрольного уровня сигнала от надрезов на трубе (См. Рис. B-462.3)

(a) Настроить искатель на максимальное значение ответного сигнала от надреза, который дает самую большую амплитуду.

(b) Настроить управление чувствительностью (усилением) для обеспечения показания в 80% (±5%) от всей высоты экрана (FSH). Отметить пиковое значение на экране.

(c) Не меняя усиление, настройте искатель на максимальный ответный сигнал от другого надреза.

(d) Отметьте пиковое значение на экране.

(e) Расположите искатель для приема максимальной амплитуды от оставшегося надреза при путях луча полу-V, V или 3/2 V. Отметьте пиковые значения на экране.

(f) Расположите искатель для приема максимальной амплитуды от дополнительного V-образной пути, если используется, и отметьте пиковое(ые) значение(я) на экране.

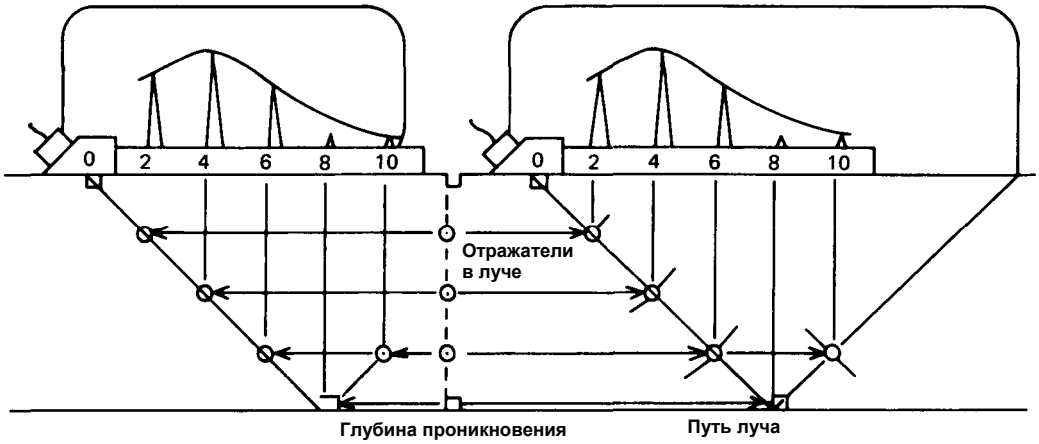
(g) Соединить метки от надрезов для формирования DAC.

(h) Эти точки могут быть зарегистрированы прибором УЗК и отображаться в электронном виде.

B-463 Корректировка амплитуда/расстояние ¼ внутреннего объема (См. Приложение J, Рис. J-431 Вид A)

B-463.1 Количество углов лучей. Требование калибрования наклонного преобразователя по ¼ объема может быть соблюдено с помощью одного или более лучей, которые требуются для калибрования по боковым отверстиям с максимальным диаметром 1/8 дюйма (3 мм) в таком объеме.

РИС. B-464 ГЛУБИНА ПРОНИКНОВЕНИЯ И ПУТЬ ЛУЧА



B-463.2 Калибрование со стороны необлицованной поверхности. Когда выполняется контроль с наружной стороны, калибровку проводите по боковым отверстиям диаметром 3 мм для формирования DAC от 13 мм до 1/8*T* по глубине. Установить усиление для обеспечения показания от бокового отверстия с диаметром 3 мм при глубине l/4*T* при высоте, такой же, как и показание от отверстия глубиной 1/4*T*, как указано в B-462.1 или B-462.2 выше. Не меняя усиления, определить высоту экрана для показания от других приповерхностных показаний от оставшихся отверстий с диаметром 1/8 дюйма (3 мм), глубиной от ½ дюйма (13 мм) до бокового отверстия с диаметром 1/8 (3 мм), но с уменьшенной глубиной на ¼*T*. Соединить пиковые значения для формирования приповерхностной кривой DAC. Обеспечить возврат настроек усиления к значениям, которые указаны в B-462.1 или B-462.2.

B-463.3 Калибрование со стороны облицованной поверхности. Когда выполняется контроль со стороны внутренней поверхности, калибровать боковые отверстия с диаметром 1/8 дюйма (3 мм) для формирования кривой DAC и задания настроек усиления в соответствии с B-463.2 выше.

B-464 Калибрование положения (См. Рис. B-464)

Следующие измерения могут быть выполнены при помощи линейки, шкалы или промаркированы на калибровочной полосе [3].

B-464.1 Показания от SDH ¼*T* Расположить искатель для получения максимального ответного сигнала от SDH ¼*T*. Расположить один конец калибровочной полосы напротив передней части искателя, другой в направлении луча. Отметить число 2 на калибровочной полосе на разметочной линии, которая расположена прямо над SDH. (Если искатель закрывает разметочную линию, метки могут быть проставлены сбоку от искателя.)

B-464.2 Показания от SDH ½*T* и ¾*T*. Расположите искатель для получения максимальных значений с БО ½*T* и ¾*T*. Удерживайте тот же конец калибровочной полосы перед искателем. Отметьте цифры 4 и 6 на калибровочной полосе по разметочной линии, которые находятся над БО.

B-464.3 Показания от SDH $^{5}/_{4}T$. По возможности, расположите искатель таким образом, чтобы луч отражался от противоположной поверхности SDH ¾T. Отметьте цифру 10 на калибровочной полосе по разметочной линии, которая находится прямо над **SDH**.

B-464.4 Показания от надреза. Расположите искатель для получения максимального показания от поверхностного надреза. Отметьте цифру 8 на калибровочной полосе по разметочной линии, которая находится над надрезом.

B-464.5 Калибровочные значения. Значения на калибровочной полосе показывают положение прямо над отражателем в 16-х долях V-образного пути.

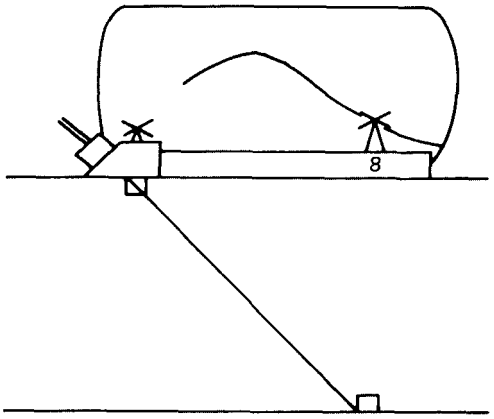
B-464.6 Глубина. Глубина отражателя от контролируемой поверхности равна *T* при 8, ¾*T* при 6 и 10, ½*T* при 4, ¼*T* при 2, а также 0 при 0. Интерполяция допускается для меньшего шага глубины. Метки положения на калибровочной полосе могут быть скорректированы с учетом радиуса отверстия, если радиус является существенным для точности определения положения отражателя.

B-465 Калибровочная корректировка для плоских отражателей, перпендикулярных контролируемой поверхности на противоположной поверхности или вблизи нее (См. Рис. B-465)

Поперечная волна преобразователя с лучом под углом 45 градусов отражается от углового отражателя. Однако преобразование режима и перенаправление отражения происходит для части луча, когда поперечная волна преобразователя под углом 60 градусов попадает в тот же самый отражатель. Та же проблема, в меньшей степени, существует в диапазоне поперечных волн преобразователей с лучом под углом от 50 до 70 градусов. Следовательно, требуется корректировка для того, чтобы в равной степени критично рассматривать такой дефект вне зависимости от угла луча преобразователя

[3] Оставшийся объем калибрования в соответствии с данным Приложением описан на основе использования калибровочной полосы. Однако процедуры могут быть преобразованы в соответствии с другими методами измерений по усмотрению персонала, проводящего контроль.

РИС. B-465. ПЛОСКИЕ ОТРАЖАТЕЛИ



B-465.1 Показания от надреза. Расположите искатель для получения максимальной амплитуды сигнала от надреза на противоположной поверхности. Отметить пиковое значение "X" на экране.

B-**465.2 45 и 60 градусов**. Надрез на противоположной поверхности может дать показания от 2 до 1 выше DAC для поперечной волны луча под 45 градусов, однако только ½ DAC для поперечной волны луча под 60 градусов. Следовательно, показания от надреза должны учитываться при оценке отражателей на противоположной поверхности.

B-466 Расхождение пучка (См. Рис. B-466)

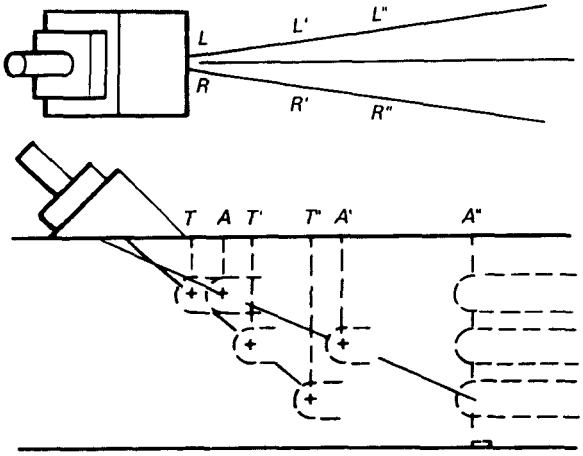
Измерения расхождения пучка должны выполняться на полусферическом дне отверстий с круглым дном (RBH). Половина предела максимальной амплитуды главного лепестка луча должна быть отображена путем перемещения вручную искателя для измерения отраженных сигналов от RBH, как указано ниже.

B-466.1 В направлении отверстия *¼T*. Установить максимальное показание от RBH на 80% FSH. Перемещайте искатель в направлении отверстия до тех пор, пока показание не будет равно 40% FSH. Отметить осевую линию луча меткой "к" на блоке.

B-466.2 От отверстия *¼T*. Повторить процедуру B-466.1. Перемещайте искатель в направлении от отверстия до тех пор, пока показание не будет равно 40% FSH. Отметить осевую линию луча меткой "от" на блоке.

B-466.3 Вправо от отверстия *¼T*. Сменить положение искателя для начального значения 80% FSH от RBH *¼T*. Перемещайте искатель вправо, не качая луч относительно отражателя до тех пор, пока показание не будет равняться 40% FSH. Отметить осевую линию луча меткой "вправо" на блоке. [4]

РИС. B-466 РАСХОЖДЕНИЕ ЛУЧА



B-466.4 Влево от отверстия *¼T*. Повторить требования B-466.3. Перемещайте искатель вправо, не качая луч относительно отражателя до тех пор, пока показание не будет равняться 40% FSH. Отметить осевую линию луча меткой "влево" на блоке.[3]

B-466.5 Отверстия *½T* и *¾T*. Повторите шаги с B-466.1 по B-466.4 для RBH *½T* и *¾T*.

B-466.6 Регистрация размеров. Зарегистрировать размеры в положениях "к" по "от" и "вправо" по "влево" по маркерам на блоке.

B-466.7 Перпендикулярное индексирование. Самый маленький размер из трех размеров от "к" до "от" не должен быть превышен при индексировании между проходами сканирования, которые перпендикулярны направлению луча.

B-466.8 Параллельное индексирование. Самый маленький размер из трех от "вправо" до "влево" не должен быть превышен при индексировании между проходами сканирования, которые параллельны направлению луча.

B-466.9 Другие пути в металле. Проекция угла расхождения пучка, которая определяется с помощью данных измерений, должна использоваться для определения пределов, как это требуется на других путях в металле.

ПРИМЕЧАНИЕ Если ламинарные отражатели присутствуют в базовом калибровочном образце, это может негативно повлиять на показания расхождения пучка; если это имеет место быть, в этом случае измерения расхождения пучка должны быть основаны на самых лучших показаниях.

[4] Когда позиционирование искателя происходит вручную, разрешается использовать правило для направления искателя при перемещении вправо и влево для сохранения аксиального положения и центровки луча.

ПРИЛОЖЕНИЕ C
ОБЩИЕ МЕТОДЫ КАЛИБРОВКИ ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

C-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание общих методов для калибрования прямого преобразователя. Могут использоваться другие методы.

C-460 КАЛИБРОВАНИЕ

C-461 Калибрование диапазона развертки [5] (См. Рис. C-461)

C-461.1 Настройка управления задержкой. Расположить искатель для получения максимального первого показания от SDH ¼T. Настроить левую границу индикаторного следа по линии 2 на экране с управлением задержкой.

C-461.2 Настройка управления диапазона. Расположить искатель для получения максимального индикаторного следа от SDH ¾T. Настроить левую кромку индикаторного следа по строке 6 на экране с управлением диапазоном.

C-461.3 Повторные настройки. Повторять настройки управления задержкой и диапазоном до тех пор, пока индикаторные следы от SDH ¼T и ¾T не начнут появляться в линиях развертки 2 и 6.

C-461.4 Индикаторный след обратной поверхности. Обратная поверхность появится вблизи линии развертки 8.

C-461.5 Показания развертки. Две части развертки равны ¼*T*.

C-461Корректировкя показателя расстояние/амплитуда (См. Рис. C-462)

Следующие требования необходимо соблюдать при калибровании либо с облицованной стороны, либо с необлицованной стороны:

(a) Расположить искатель для получения максимального индикаторного следа от SDH, которое дает самый яркий индикаторный след.

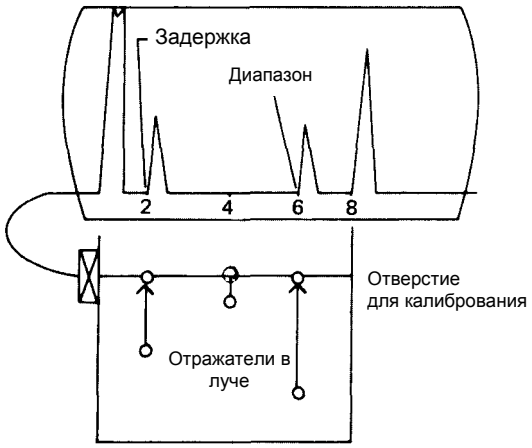
(b) Настроить управление чувствительностью (усилением) для обеспечения индикаторного следа 80% (±5%) FSH. Это является первичным контрольным уровнем. Отметить пиковое значение на экране.

(c) Расположить искатель для получения максимального индикаторного следа от другого SDH.

(d) Отметить пиковое значение на экране.

(e) Расположить искатель на получение максимального индикаторного следа от третьего SDH и отметить пиковое значение на экране.

РИС. C-461 ДИАПАЗОН РАЗВЕРТКИ



(f) Соединить все метки SDH на экране и распределить по толщине для формирования кривой расстояние/амплитуда.

ПРИЛОЖЕНИЕ D 07
ПРИМЕРЫ ЗАПИСИ ДАННЫХ КОНТРОЛЯ НАКЛОННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

D-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит примеры данных, которые требуются для определения размеров отражателей, которые обнаружены во время сканирования шва и описывает методы записи данных контроля наклонным преобразователем для плоских и других отражателей. Примеры предусмотрены для тех случаев, когда требуется идентификация, основанная на амплитуде, при этом определение размеров должно быть выполнено только в отношении длины, а также в отношении длины и толщины стенки.

D-420 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Соответствующие разделы Норм и Правил содержат несколько методов идентификации отражателей, которые основаны на амплитуде индикаторного следа. Данные индикаторного следа (в нескольких Нормах и Правилах) должны толковаться с учетом неповторимости отражателя (т.е. шлак, трещина, непроплав и т.д.). Они подлежат оценке с учетом стандартов приемки. В общем и целом, устанавливается относительное значение кривой корректировки показателя расстояние/амлитуда (DAC) или амплитуда контрольного уровня для отдельного калибровочного отражателя, при котором все индикаторные следы должны исследоваться с точки зрения их неповторимости. В других случаях, когда амплитуда индикаторного следа превышает кривую DAC или контрольный уровень, в этом случае могут потребоваться только измерения длины индикаторного следа. В других разделах соответствующих Норм и Правил требуется проводить квалификационные испытания методов измерения не только для установления длины индикаторного следа, но и самой большой протяженности по толщине стенки.

[5] Калибрование при помощи измерения траектории луча может использоваться при настройке контроля диапазона путем обратного отражения от образца с учетом части развертки (или нескольких), которая равна измеренной ширине. Показания от SDH ¼*T* должны иметь возможность позиционирования с управлением задержкой в соответствии с ¼ номера части развертки.

РИС. C-462 ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И КОРРЕКТИРОВКА ПОКАЗАТЕЛЯ РАССТОЯНИЕ/АМПЛИТУДА

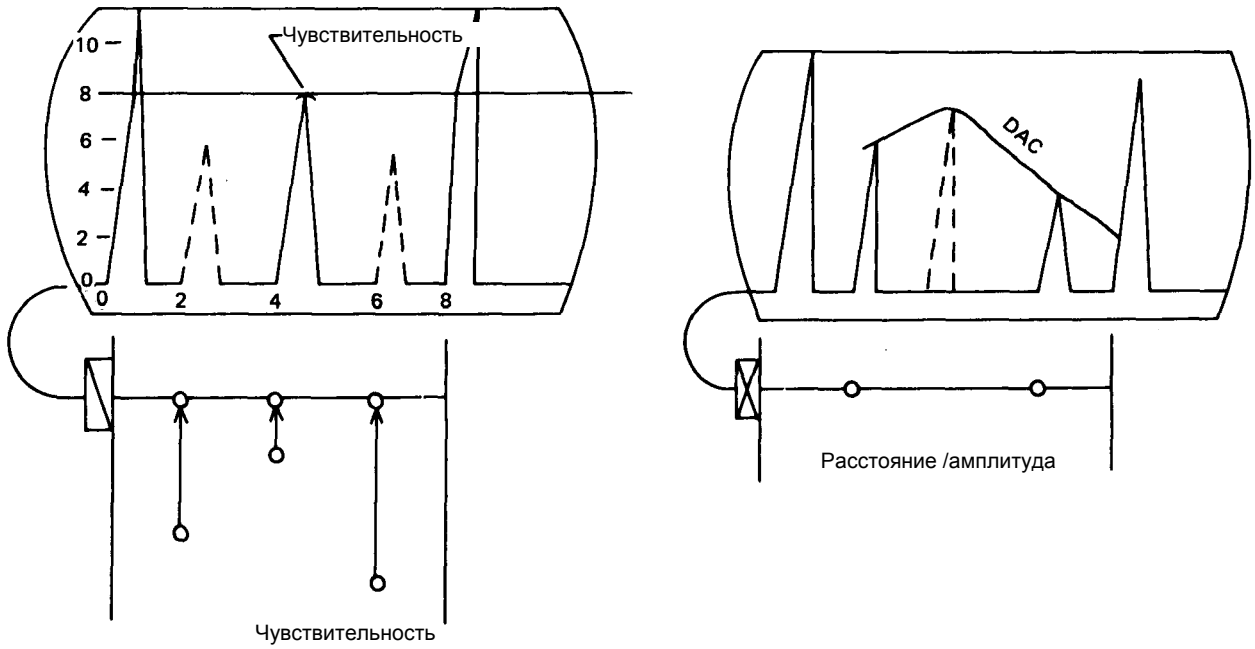
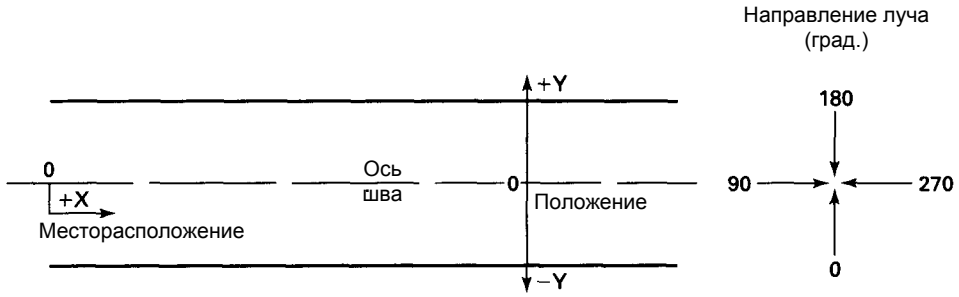


РИС. D-490 МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЕ ИСКАТЕЛЯ, ПОЛОЖЕНИЕ И НАПРАВЛЕНИЕ ЛУЧА



D-470 ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ

Ниже представлены примеры различных требований Норм и Правил, где указано, что необходимо регистрировать в отношении различных индикаторных следов.

D-471 Отражатели с амплитудами индикаторного следа более 20% DAC или контрольного уровня

Когда в соответствующем разделе Норм и Правил требуется идентификации всех значимых индикаторных следов отражателя, который формирует ответные сигналы выше кривой 20% DAC (20% DAC [6]) или контрольного уровня, как указано в T-463 или T-464, отражатель, вырабатывающий ответный сигнал выше данного уровня, подлежит идентификации (т.е., шлак, трещина, непроплав и т.д.).

D-472 Отражатели с амплитудами индикаторного следа выше DAC или контрольного уровня

Когда соответствующий раздел Норм и Правил требует измерения длины индикаторных следов значимого отражателя, которые формируют ответные сигналы выше кривой DAC или контрольного уровня, как указано в T-463 или T-464, длина индикаторного следа должна измеряться перпендикулярно направлению сканирования между крайними точками, где амплитуда совпадает с кривой DAC или контрольным уровнем.

D-473 Отражатели, методы измерения для которых должны пройти квалификационные и демонстрационные испытания

Когда соответствующий раздел Норм и Правил требует того, чтобы все размеры длины и толщины значимого индикаторного следа от отражателя измерялись методом, который проходит квалификационные и демонстрационные испытания на соответствие требованиям данного раздела Норм

[6] Вместо вычерчивания кривой 20% DAC или 20% контрольного уровня на экране прибора УЗК, можно увеличить усиление на 14 дБ для формирования кривой DAC контрольного уровня, 20% DAC или 20% контрольного уровня.

ТАБЛИЦА D-490 ПРИМЕРНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ

Шов №	Инд. №	Макс. DAC, %	Звуковая полоса	Положение (X)	Положение (Y)	Журнал калибрования	Угол луча и луч Направление, градусы	Комментарии и состояние
1541	1	45	1,7 (43,2)	4,3 (109,2)	-2,2 (-55,9)	005	45 (0)	Шлак
1685	2	120	2,4 (61,0)	14,9 (378)	3,5 (88,9)	016	60 (180)	Шлак
		100	2,3 (58,4)	15,4 (391)	3,6 (91,4)			Правая сторона
		100	2,5 (63,5)	14,7 (373)	3,7 (94,0)			Левая сторона
								Длина = 15,4 дюйма - 14,7 дюйма = 0,7 дюйма (391 мм - 373 мм = 18 мм)
1967	3	120	4,5 (114,3)	42,3 (1 074)	-5,4 (-137,2)	054	45 (0)	Шлак
		20	4,3 (109,2)	41,9 (1 064)	-5,2 (-132,1)			Минимальная глубина
		20	4,4 (111,8)	41,6 (1 057)	-5,4 (-137,2)			Левая сторона
		20	4,7 (119,4)	42,4 (1 077)	-5,6 (-142,2)			Максимальная глубина
		20	4,6 (116,8)	42,5 (1 080)	-5,5 (-139,7)			Правая сторона
								Длина = 42,5 дюйма - 41,6 дюйма = 0,9 дюйма (1 080 мм - 1 057 мм = 23 мм)
								Толщина = (4,7 дюйма - 4,3 дюйма) (cos 45 °) = 0,3 дюйма [(119,4 мм - 109,2 мм H cos 45°) = 7,2 мм)]

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: Инд. № -номер показания (X) = положение по оси X; Поз. (Y) = Позиция (Y) от осевой линии шва; Направление луча - 0, 90, 180 или 270 (См. Рис. D-490)

и Правил. Если это амплитудный метод, тогда необходимо использовать уровни или относительное значение кривой DAC или контрольный уровень, установленный в соответствии с процедурой при всех измерениях длины и толщины

D-490 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Различные разделы соответствующих Норм и Правил стандартов могут иметь некоторые отличия в своих требованиях к ультразвуковому контролю. Эти отличия приведены ниже в части сведений, которые подтверждаются документально и регистрируется для того или иного индикаторного следа от отражателя. Для иллюстрации данных методов измерения параметров ответных сигналов индикаторного следа отражателя, ниже описан простой метод регистрации положения искателя.

Индикаторные следы, полученные ультразвуковым способом, будут подтверждаться документально с учетом положения искателя. Горизонтальный шов, как показано на Рис. D-490, предположительно имеет данные, которые представлены в Таблице D-490. Все индикаторные следы ориентированы по длине параллельно оси шва. Расположение искателя, X, было измерено от 0 на оси шва до осевой линии призмы искателя. Положение искателя, Y, было измерено от оси шва до точки выхода звукового луча призмы. Y является положительно-возрастающей и негативно-убывающей осью. Направление луча искателя составляет обычно 0, 90, 180 или 270 градусов.

D-491 Отражатели с амплитудами индикаторного следа более 20% DAC или контрольного уровня

Если раздел соответствующих Норм и Правил требует идентификации всех индикаторных следов от значимого отражателя, который формирует ответные сигналы более 20% кривой DAC или контрольного уровня, необходимо расположить искатель с целью формирования максимальной амплитуды сигнала от отражателя.

(a) Определить и зарегистрировать максимальную амплитуду в процентах к DAC или образцовому уровню.

(b) Определить и зарегистрировать звуковую полосу показания развертки к отражателю (слева от индикаторного следа на развертке).

(c) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (X) относительно 0.

(d) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (Y) относительно оси шва.

(e) Зарегистрировать угол луча искателя и направление луча.

Регистрация данных указана в Таблице D-490 для индикаторного следа с максимальной амплитудой 45% DAC (шов 1541, индикаторный след 1). По таким характеристикам отражатель был определяется как шлак.

D-492 Отражатели с амплитудами индикаторного следа больше DAC или контрольного уровня

Если раздел соответствующих Норм и Правил требует измерения длины всех индикаторных следов от значимых отражателей, которые формируют ответные сигналы больше кривой DAC или контрольного уровня, длина которых основана на кривой DAC или образцовом уровне, необходимо выполнить запись согласно D-491 и следующим дополнительным измерениям.

(a) Сначала перемещайте искатель параллельно оси шва вправо от точки с максимальной амплитудой, пока амплитуда индикаторного следа не уменьшится до 100% DAC или контрольного уровня.

(b) Определить и зарегистрировать звуковой путь к отражателю (слева от индикаторного следа на развертке).

(c) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (X) относительно 0.

(d) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (Y) относительно оси шва.

(e) Затем перемещайте искатель параллельно оси шва влево от точки с максимальной амплитудой, пока амплитуда индикаторного следа не снизится до 100% DAC или контрольного уровня.

(f) Определить и зарегистрировать звуковой путь к отражателю (слева от индикаторного следа на развертке).

(g) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (X) относительно 0.

(h) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (Y) относительно оси шва.

(i) Зарегистрировать угол луча искателя и направление луча.

Данные показаны в Таблице D-490 для индикаторного следа с максимальной амплитудой 120% DAC (шов 685, индикаторный след 2) вместе с вышеуказанными данными и данными, которые требуются в соответствии с D-491. Принимая во внимание эти характеристики, отражатель был определен как шлак и имел длину индикаторного следа 0,7 дюйма. Если определение размеров индикаторного следа было выполнено в единицах измерения СИ, то длина индикаторного следа составлял 18 мм.

D-493 Отражатели, методы измерения для которых должны пройти квалификационные и демонстрационные испытания

Когда соответствующий раздел Норм и Правил требует того, чтобы все размеры длины и толщины значимого индикаторного следа от отражателя измерялись методом, который проходит квалификационные и демонстрационные испытания на соответствие требованиям данного раздела Норм и Правил, в этом случае измерения по D-491 и D-492 выполняются с учетом дополнительных измерений толщины, как указано ниже. Измерения в данном разделе должны выполняться при амплитудах, которые были проверены на соответствие требованиям для измерения длины и толщины. 20% DAC или 20% контрольного уровня приняты как удовлетворяющие требованиям данной иллюстрации вместо 100% DAC или применяемого контрольного уровня согласно D-492. Определение длины и толщины приводится в качестве примера при 20% DAC или 20% контрольного уровня. Отражатель расположен в первом отрезке звукового пути (первая половина V-образного пути).

(a) Сначала перемещайте искатель в направлении отражателя и сканируйте верхнюю часть отражателя для определения места и положения, в котором он всех ближе к поверхности входа звукового луча (минимальная глубина) и в котором амплитуда опускается до уровня 20% DAC или 20% контрольного уровня.

(b) Определить и зарегистрировать путь звука до отражателя (слева от индикаторного следа на развертке).

(c) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (X) относительно 0.

(d) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (Y) относительно оси шва.

(e) Затем перемещайте искатель в сторону от отражателя и сканируйте дно отражателя для определения места и положения, в котором он всех ближе к противоположной поверхности (максимальная глубина) и в котором амплитуда опускается до уровня 20% DAC или 20% контрольного уровня.

(f) Определить и зарегистрировать звуковую полосу к отражателю (слева от индикаторного следа на развертке).

(g) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (X) относительно 0.

(h) Определить и зарегистрировать местоположение искателя (Y) относительно оси шва.

(i) Зарегистрировать угол луча искателя и направление луча.

Зарегистрированные данные показаны в Таблице D-490 для индикаторного следа с максимальной амплитудой 120% DAC (шов 1967, индикаторный след 3) с учетом выше указанных данных и данных согласно D-491 и D-492 для длины при 20% DAC или 20% контрольного уровня. Принимая во внимание эти характеристики, отражатель был определен как шлак и обладал длиной индикаторного следа 0,9 дюйма. Если размеры были определены в единицах системы СИ, то длина индикаторного следа составляла 23 мм, а толщина 7 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ E МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ

E-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит требования к методам компьютерного отображения.

Е-420 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методы компьютерного отображения (МКО) должны удовлетворять базовым требованиям прибора УЗК, как указано в Т-431 и Т-461. Искатели, применяемые для МКО, должны соответствовать требованиям В-466. МКО должны быть пройти квалификационные испытания на соответствие требованиям к выявлению дефектов и / или определению размеров, которые представлены в разделе соответствующих Норм и Правил.

Письменная процедура для МКО должна указывать на применяемые конкретные испытательную частоту и диапазон. Кроме того, такие процедуры должны определять методы обработки сигнала, содержать подробные правила анализа изображения, а также определять используемую версию программного обеспечения. Данная информация должна быть включена в отчет о проведении контроля. Каждый отчет о проведении контроля должен содержать информацию о методе сканирования и обработке данных, которые использовались, чтобы эти действия, при необходимости, можно было точно повторить позднее.

Компьютерная обработка изображения должна включать функцию, которая формирует размерную шкалу (в двух или трех измерениях) в помощь оператору при сопоставлении отображенных характеристик с действительными (соответствующие измерения контролируемого элемента). Кроме того, автоматические устройства масштабирования должны быть встроены для сопоставления цветов и/или насыщенности изображения с соответствующей переменной (т.е. амплитуда сигнала, затухание и т.д.).

Е-460 КАЛИБРОВАНИЕ

Калибрование компьютерных систем должно выполняться таким образом, чтобы уровни усиления оптимизировались для получения и отображения данных. Традиционный процесс калибрования, основанный на DAC, может потребоваться для определения уровней чувствительности сканирования и/или выявления дефектов.

Для тех МКО, которые используют обработку сигнала для улучшения изображения (SAFT-UT, L-SAFT и широкополосная голография), необходимо использовать, по крайней мере, один специальный образец с боковым разрешением и с различением по глубины при каждом контроле в дополнение к образцу в соответствии с требованиями Статьи 4. Эти образцы должны соответствовать J-431.

Образец, как показано на Рис. Е-460.1, обеспечивает эффективный диапазон разрешения для искателей на 45 и 60 градусов и путей в металле приблизительно до 4 дюймов (100 мм). Это подходит для труб и им подобных элементов, однако требуются более длинные отрезки для корпусов реактора высокого давления. Более толстый образец с теми же размерами отверстий с плоским дном, интервалами, глубиной и допусками требуется для путей в металле более 4 дюймов (100 мм), при этом требуется минимальное расстояние 4 дюйма (100 мм) между краем отверстий и кромкой образца. Данные образцы являются средством для определения бокового разрешения и определения глубины ультразвуковой системы отображения.

Боковое разрешение определяется как минимальное расстояние между отверстиями, которые могут быть распознаны системой. Отверстия расположены таким образом, что максимальное расстояние между близлежащими краями соседних отверстий составляет 1,000 дюйм (25,40 мм). Расстояние постепенно уменьшается с коэффициентом два между последовательно расположенными парами отверстий. Минимальное расстояние составляет 0,015 дюйма (0,38 мм). Определение глубины выполняется путем наблюдения за отображаемыми путями в металле (или глубинами) различных отверстий. Вследствие того, что лицевые стороны отверстий не параллельны поверхности сканирования, каждое отверстие отображает диапазон [около 0.1 дюйма (2.5 мм)] путей в металле. Ряд "А" обладает самым коротким средним путем в металле, ряд "С" самым длинным средним путем в металле, а отверстия "В" варьируется вокруг среднего значения пути в металле.

Дополнительные образцы требуются для подтверждения бокового разрешения и определения глубины, когда выполняется контроль при помощи продольной волны под углом 0 градусов. Длина пути в металле в 2 дюйма и 8 дюймов (50 мм и 200 мм), берется более подходящее значение, должны быть предусмотрены в соответствии с Рис. Е-460.2 для толщин до 4 дюймов (100 мм). Требуется подобный образец с путем в металле в 8 дюймов (200 мм) для толщин свыше 4 дюймов (100 мм).

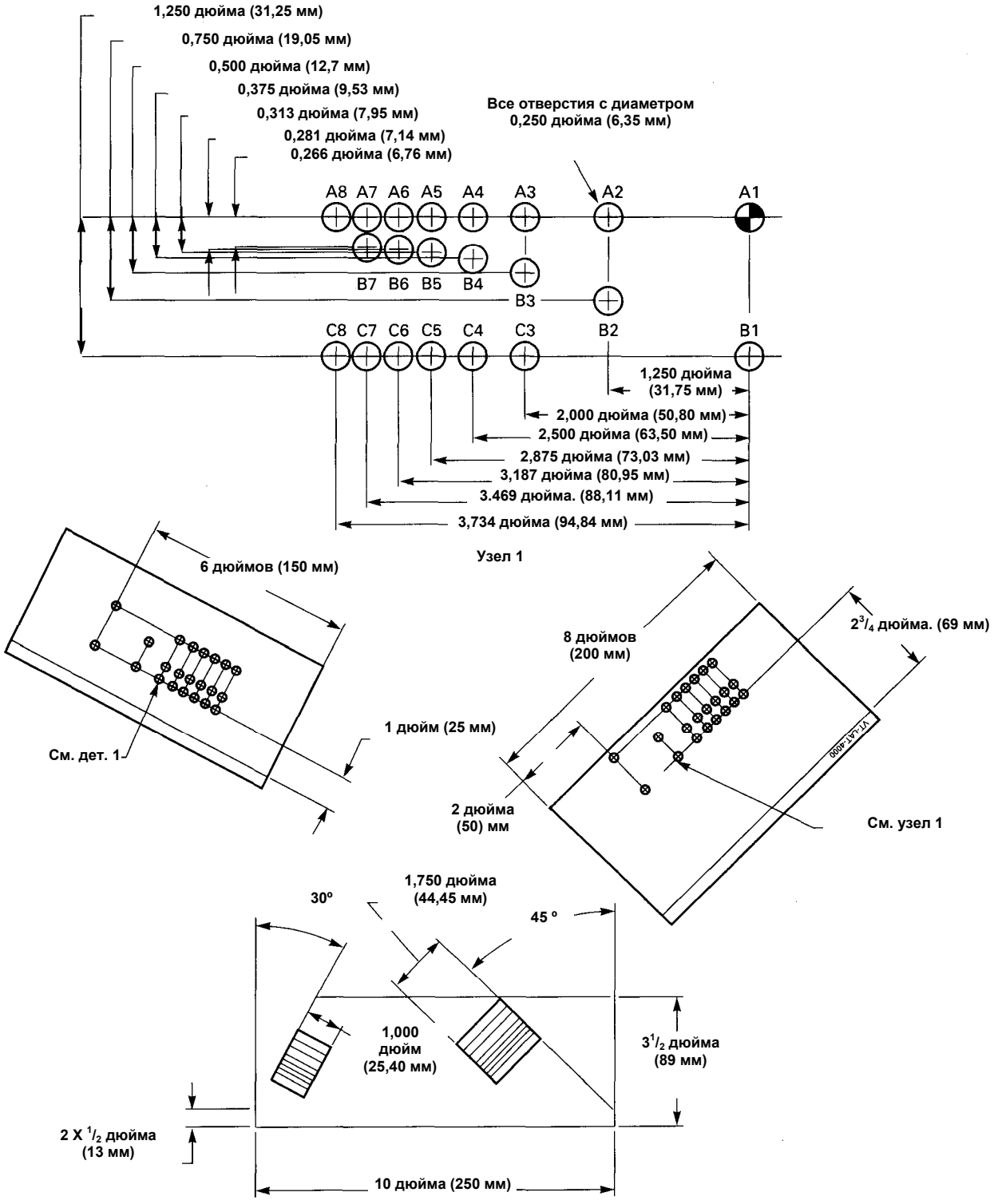
Е-470 КОНТРОЛЬ

Е-471 Метод фокусирования синтезированной апертуры для ультразвукового контроля (SAFT-UT)

Метод фокусирования синтезированной апертуры для ультразвукового контроля (SAFT) имеет отношение к процессу, когда фокусные свойства искателя с большой фокусированной апертурой синтезируется из данных, собранных во время сканирования большой площади с помощью искателя с расходящимся звуковым пучком. Обработка, которая требуется для фокусирования собранных данных, представляет собой трехмерную технологию, которая называется лучеобразованием, когерентным суммированием или обработкой синтезированной апертуры. У SAFT-UT есть существенное преимущество перед процессом физического фокусирования, потому что результирующий образ представляет собой полный объем, сфокусированную характеристику контролируемого объема материала. Традиционные процессы физического фокусирования предусматривают использование сфокусированных данных только по глубине зоны фокуса преобразователя.

Что касается схемы отбора типовых эхо-импульсных данных, которая используется с SAFT-UT, фокусированный искатель располагается таким образом, чтобы фокусная точка находилась на поверхности контролируемого материала. Данная конфигурация формирует в материале расходящийся ультразвуковой луч. В противном случае искатель с контактом малого диаметра может использоваться для формирования расходящегося луча. Поскольку сканирование искателем

РИС. E-460.1 ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ И БОКОВОГО РАЗРЕШЕНИЯ, 45 ГРАД. И 60 ГРАД.
(Не в масштабе)



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:
(a) Вид для справок.
(b) Поверхность озвучивания показана внизу.
(c) Допуски: десятые: 0,XX = ± 0,03; 0,XXX = ± 0,005; угловые: ± 1 град.
(d) Идентификация отверстия:
(1) Гравировка или штамп, как показано на Рис., со значениями в вертикальном положении, когда большая торцевая сторона образца направлена вверх.
(2) Номинальная высота знака 0,25 дюйма (6 мм).
(3) Начать нумерацию со стороны с наибольшим интервалом.
(4) Маркировать ряд из восьми отверстий A1-A8.
(5) Маркировать диагональ из семи отверстий B1-B7.
(6) Маркировать оставшиеся шесть отверстий C3-C8.
(e) Расстояние между отверстиями: минимальное расстояние 0,010 дюйма (0,25 мм) между кромками отверстий.
(f) Глубины отверстия: 30 градусов торцевая часть: 1,000 дюйм (25,40 мм); 45 градусов торцевая часть: 1,750 дюйма (44,45 мм)
(g) Графическое представление: отверстия показаны с рассверленной торцевой части образца.
(h) Дно отверстий должно быть плоским и параллельным рассверливаемой поверхности в пределах 0,001 дюйма (0,03 мм) по торцевой поверхности отверстия.
(i) Максимальный радиус между стороной и торцевой поверхностью отверстия составляет 0,005 дюйма (0,13 мм)

происходит по поверхности материала, регистрация данных сканирования типа A (радиочастотная волна) происходит в цифровой форме по каждому положению искателя. Отражатель обеспечивает отбор эхо-сигналов при регистрации данных сканирования типа A. Что касается элементарного точечного отражателя, то отбор эхо-сигналов будет формировать гиперболическую поверхность в объеме данных. Форма гиперболы определяется глубиной залегания отражателя и скоростью звука в материале. Зависимость между местом эхо-сигнала в ряде данных сканирования по типу A и действительным местом расположения отражателей в материале дает возможность воссоздать образ с высоким разрешением, который обладает высоким коэффициентом сигнал/шум. Возможны две отдельные конфигурации SAFT-UT: (a) с одним эхо-импульсным преобразователем; и (b) с двойным преобразователем типа тандем (TSAFT).

В общем и целом, обнаруживаемые дефекты могут подразделяться на объемные, плоские и трещины. Определение размера дефекта обычно выполняется по вертикали (трещины) или измерением толщины (объемные / плоские дефекты) при уровнях -6 дБ, если дефект был обнаружен, а образ нормализован до максимального значения дефекта. Несколько образов обычно требуется для надлежащей классификации дефекта и для характеристики действительной формы и размеры дефекта. Тандемное определение размеров и анализ используют подобные методы (эхо-импульсный), однако дают образы, которые легче поддаются толкованию.

На положение индикаторных следов в поле изображения влияет толщина материала, скорость и угол отражения ультразвукового луча. Алгоритм SAFT предполагает наличие изотропного и гомогенного материала, т.е., алгоритм SAFT требует (для оптимальной работы) того, чтобы была точно известна скорость звука, которая является постоянной по всему объему материала.

Боковое разрешение – это способность системы SAFT – UT распознавать два объекта в плоскости x-y, которая перпендикулярна оси звукового луча. Боковое разрешение измеряется путем определения минимального расстояния между парами отверстий, которые четко на изображении четко разделены. Пара отверстий считается различенной, если амплитуда сигнала на изображении уменьшается как минимум на 6 дБ между пиковыми сигналами от двух отверстий.

Разрешение глубины – это способность системы SAFT – UT различать глубину двух отверстий, оси которых параллельны базовой оси звукового луча. Разрешение глубины измеряется путем определения минимальной разности глубин отверстий.

Боковое разрешение для системы SAFT –UT составляет обычно 1.5 длины волны (или выше) для контроля деталей из ковких ферритных материалов и 2.0 длины волны (или выше) для контроля деталей из ковкой нержавеющей стали. Разрешение по глубине для таких материалов обычно составляет 0.25 длины волны (или выше).

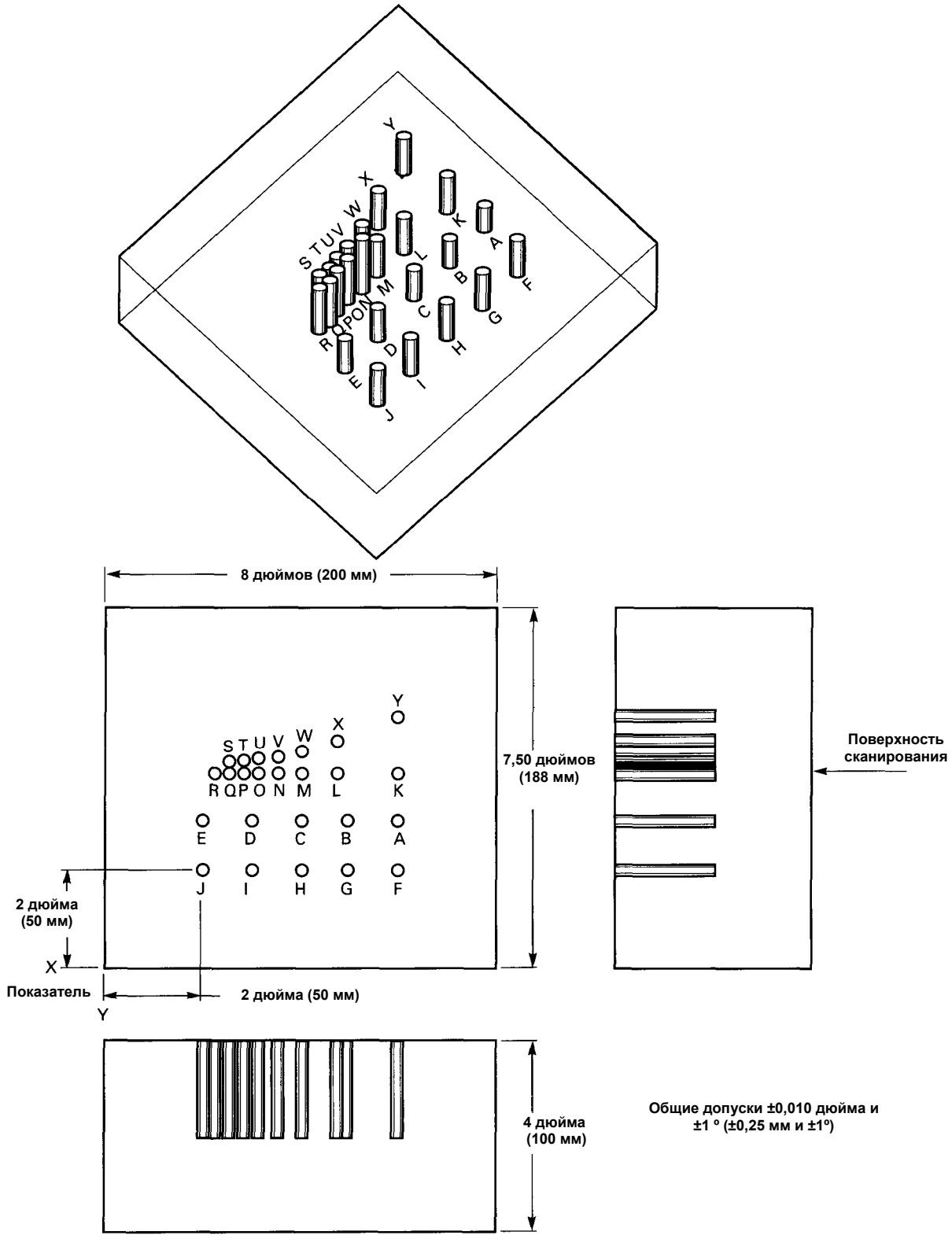
E-472 Метод фокусирования линейно-синтезированной апертуры (L-SAFT)

Метод фокусирования линейно-синтезированной апертуры (SAFT –UT) подходит для анализа определяемых индикаторных следов. L-SAFT представляет собой двухмерный процесс, в котором фокусные свойства линейнофокусированного искателя с большой апертурой синтезируются из данных, которые собираются вдоль линии развертки с помощью малого искателя с расходящимся звуковым лучом. Обработка, которая требуется для наложения фокусного эффекта на полученные данные также называется обработкой синтезированной апертуры. Система L-SAFT может работать как обычное оборудование УЗК для регистрации данных. Она будет работать с преобразователями либо с одним, либо с двумя элементами.

Измерения, в общем и целом, выполняются с целью определения размера дефектов, объема, расположения и конфигурации. Для определения того, является ли дефект трещиной или объемным видом дефекта, ответный сигнал преломления от вершины трещины дает один критерий. Наложенное сверху изображение двух измерений, которые выполнены с помощью различных направлений падения луча дает другой критерий.

Все ограничения SAFT-UT применяются к L-SAFT и наоборот. Различие между L-SAFT и SAFT-UT состоит в том, что SAFT-UT обеспечивает изображение более высокого разрешения, чем если оно получено при помощи L-SAFT.

РИС. E-460.2. ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БОКОВОГО РАЗРЕШЕНИЯ И РАЗРЕШЕНИЯ ПО ГЛУБИНЕ (0 ГРАДУСОВ)



E-473 Метод широкополосной голографии

Голографический метод формирует изображение с помощью расчета, основанного на данных картины дифракции. Если результатом является двумерное изображение, и данные собираются вдоль направления сканирования, в этом случае операция называется "линейная голография". Если результат представляет собой двухмерный образ, который основан на площади сканирования, в этом случае он называется "голографией". Что касается особых случаев применения принципов голографии к ультразвуковому контролю, то образ дефектов (более чем в одном измерении) может быть получен путем регистрации амплитуды, фазы и времяпролетных данных от сканируемого объема. Процесс голографии предусматривает специальную функцию, потому что результирующий образ является одно- или двухмерной характеристикой материала.

Данный метод обеспечивает хорошее разрешение в осевом направлении при использовании широкополосных искателей. Данные искатели передают очень короткий импульс, поэтому лучше осевое разрешение. Максимальная ширина полосы может быть 20 МГц без использования фильтра и до 8 МГц при использовании встроенного фильтра.

Аналитические измерения, в общем и целом, выполняются для получения информации о размере, объеме, расположении и структуре определенных дефектов. Результаты измерения с помощью голографии на линии развертки представляют двухмерный образ дефекта с помощью дисплея с цветовым кодом. Размер дефектов может определяться при снижении на 6 дБ в цветовом коде. Больше информации о размерах дефекта позволяют получить сканирующие проходы в различных направлениях (т.е. параллельное, перпендикулярное) под различными углами падения. Для определения того, является ли дефект трещиной или объемным дефектом, метод по вершине трещины дает один критерий, а сравнение двух показаний под различными направлениями падения - другой. Результаты измерений, полученные методами воспроизведения изображения, всегда требуют особого толкования. Небольшие изменение в толщине материала, скорости звука или угла отражения луча могут влиять на результаты реконструкции. При голографической обработке также принимается, что точное значение скорости известно и что она постоянна в пределах материала.

07 E-474 Метод ультразвукового контроля с фазированной дифракционной решеткой

Данный метод представляет собой совокупность операций, при которых данные УЗК формируются с помощью управляемого постоянного приращения угла ультразвукового луча в азимутальном или боковом направлении при сканировании контролируемого объекта. У этого метода есть преимущество перед методами, в которых используются обычные искатели с фиксированными углами лучей, так как данный метод позволяет получить больше информации об отраженном объекте с помощью больших углов обзора при прямом направлении.

Каждый искатель с фазированной дифракционной решеткой состоит из ряда индивидуально подключенных элементов преобразователя на призме, которые отдельно активируются с помощью предварительно выбираемой задержки времени. При линейной задержке времени между импульсами преобразователя формируются наклонное акустическое поле. Изменение угла преломления требует изменения линейного распределения временной задержки. В зависимости от исполнения искателя существует возможность электронным способом изменять либо угол падения, либо боковой угол/ угол наклона. В режиме приема акустическая энергия принимается элементами. Сигналы подвергаются суммации при той же временной задержке, которая использовалась при передаче.

Определение размеров дефекта обычно происходит путем измерения вертикального распространения (трещины) или поперечного расстояния (объемные / плоские дефекты) при уровнях 6 дБ, когда расположение дефекта установлено, а изображение нормализовано. Тандемное определение размеров и анализ использует методы, подобные эхо-импульсной технике, однако создает образ, которой легче интерпретировать, поскольку спектральное отражение используется для дефектов, которые ориентированы перпендикулярно поверхности. Что касается трещин и плоских дефектов, то результат необходимо проверять с помощью сигналов дифракции от вершины трещины в верхней и нижней точках дефекта, поскольку подход, основанный на фазированной дифракционной решетке с томографической реконструкцией, является более чувствительным по отношению к вершине дефекта и способен дать четкую реконструкцию изображения этих явлений рефракции. Что касается остальных методов, метод фазированной решетки предполагает анализ изотропного и однородного материала, скорость звука в котором постоянна и точно известна.

Секторные проходы сканирования (сканирование типа S) с фазированной дифракционной решеткой формируют веерное расположение углов луча из точки импульса, которое обеспечивает покрытие части или всего шва в зависимости от размера искателя, комбинированной геометрии и толщины материала. Такая совокупность углов лучей позволяет повысить эффективность определения боковых отверстий, так как они являются всенаправленными отражателями. Это не обязательно относится к плоским отражателям (например, непроплавам и трещинам) когда при использовании методов линейного сканирования, при которых луч может не быть ориентирован на точку, они не могут быть выявлены. Это в частности справедливо в отношении материалов с большей толщиной при использовании методов одиночного линейного сканирования.

E-475 Метод анализа множественной времяпролетной кривой с учетом ультразвуковой амплитуды

Данный метод основан на использовании нескольких искателей в эхо-импульсной, приемопередающей или тандемной конфигурации. Индивидуально выбираемые параметры управляют сжатием данных о сканирования типа A с помощью алгоритма распознавания с тем, чтобы хранились и обрабатывались в дальнейшем только соответствующие амплитуды сканирования типа A.

Значения параметров при алгоритме сжатия данных сканирования типа A определяют количество пиковых величин и полуволн предкурсирования и посткурсирования, которое должно быть меньше заданной амплитуды для того, чтобы самая большая амплитуда определялась как ожидаемый сигнал. Такие необработанные данные могут отображаться в представлении сканирования типов B, C и D (боковая проекция, проекция сверху и с торца) с выбираемыми шагами цветового кода для амплитуды и быстрого увеличения. Этот рабочий режим в большей степени подходит для выявления. Для распознавания применяется двухмерный пространственный фильтрующий алгоритм с целью установления корреляции необработанных данных времяпролетной дифракции с траекториями времяпролетных данных отражателя.

Тандемное определение размеров и анализ используют методы, похожие на эхо-импульсный метод, однако они формируют изображение, которое может быть легко интерпретировано, так как используются зеркальные отражения от дефектов, ориентированных перпендикулярно поверхности. Что касается трещин и плоских дефектов, то результаты должны быть проверены при помощи сигналов дифракции от вершины трещины в верхнем и нижнем конце дефекта, так как акустические параметры очень чувствительны в области вершины дефекта. Данный метод обеспечивает отчетливый восстановленный образ таких рефракционных явлений.

На расположение показаний в пределах изображения влияет толщина материала и фактическая скорость звука (т.е. предполагается, что материал изотропный и гомогенный). Однако отрицательное воздействие анизотропного материала (например, плакировки) может быть уменьшено путем соответствующего выбора параметров искателя

E-476 Автоматизированный метод сбора данных и отображения

Данный метод представляет собой многоканальный метод, который может использоваться для сбора и анализа данных УЗК для контактных и иммерсионных способов контроля. Данный метод обеспечивает взаимодействие между калиброванием, сбором данных и анализом; а также служит для назначения особых методов контроля. Данный метод предполагает наличие дисплея реального времени для контроля качества собираемых данных и обеспечивает вывод на экран конкретных диапазонов амплитуд и возможность анализировать пиковые данные посредством фильтрования в процессе движения объекта. Функция "курсор" позволяет выполнять сканирование РЧ-данных (волны) единовременно для определения размеров трещины с помощью дифракции от вершины. Что касается пиковых и РЧ-данных, то метод предполагает сбор, отображение и анализ данных для сканирования либо в осевом направлении, либо в направлении по окружности.

Данный метод позволяет облегчить определение размеров как объемных, так и плоских дефектов. Для определения размеров объемных дефектов могут использоваться методы, основанные на значении амплитуды; а для определения размеров плоских дефектов можно использовать метод дифракции в вершине трещины. Функция наложения позволяет контроллеру сформировать сложный образ с помощью нескольких пакетов ультразвуковых данных. Все данные, отображаемые в режиме анализа, могут отображаться в фактических координатах исследуемой детали.

ПРИЛОЖЕНИЕ G КОНФИГУРАЦИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО КАЛИБРОВОЧНОГО ОБРАЗЦА

G-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит процедуры по использованию плоских базовых образцов различной толщины для калибрования

ТАБЛИЦА G-461 КОЭФФИЦИЕНТ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ F_1 ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ И ЧАСТОТ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Традиционная американская система единиц					
Частота, МГц	Диаметр преобразователя, дюймы				
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,125
	F_1, дюймы				
1,0	2,58	10,3	23,2	41,3	52,3
2,25	5,81	23,2	52,2	92,9	118
5,0	12,9	51,2	116	207	262
10,0	25,8	103	232	413	523

Система СИ					
Частота, МГц	Диаметр преобразователя, мм				
	6.4	13	19		29
	F_1, мм				
1,0	65,5	262	590	1 049	1 328
2,25	148	590	1 327	2 360	2 987
5,0	328	1 314	2 958	5 258	6 655
10,0	655	2 622	5 900	10 490	13 276

и контроля материалов выпуклой поверхности более 20 дюймов (500 мм) в диаметре. Настройка усиления приемника может потребоваться, если применяются плоские образцы. Корректировка усиления применяется в отношении дальней части поля звукового пучка.

G-460 КАЛИБРОВАНИЕ

G-461 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРЕКТИРОВКИ УСИЛЕНИЯ

Для определения необходимого увеличения усиления отношение радиуса материала, R, к критическому радиусу преобразователя, R_c, должно быть эквивалентно следующему.

(a) Если отношение R/R_c, радиус кривой материала R, разделенный на критический радиус преобразователя R_c из Таблицы G-461 и Рис. G-461 (a), равно или больше 1,0, в этом случае не требуется корректировки усиления.

(b) Если отношение RIR_C меньше 1,0, то корректировка усиления должна соответствовать Рис. G-461(b).

(c) Пример. Материал с радиусом 10 дюймов (250 мм) (R) будет проверяться искателем с карбидной облицовкой с диаметром 1 дюйм (25 мм) 2,25 МГц с помощью глицерина в качестве контактной среды.

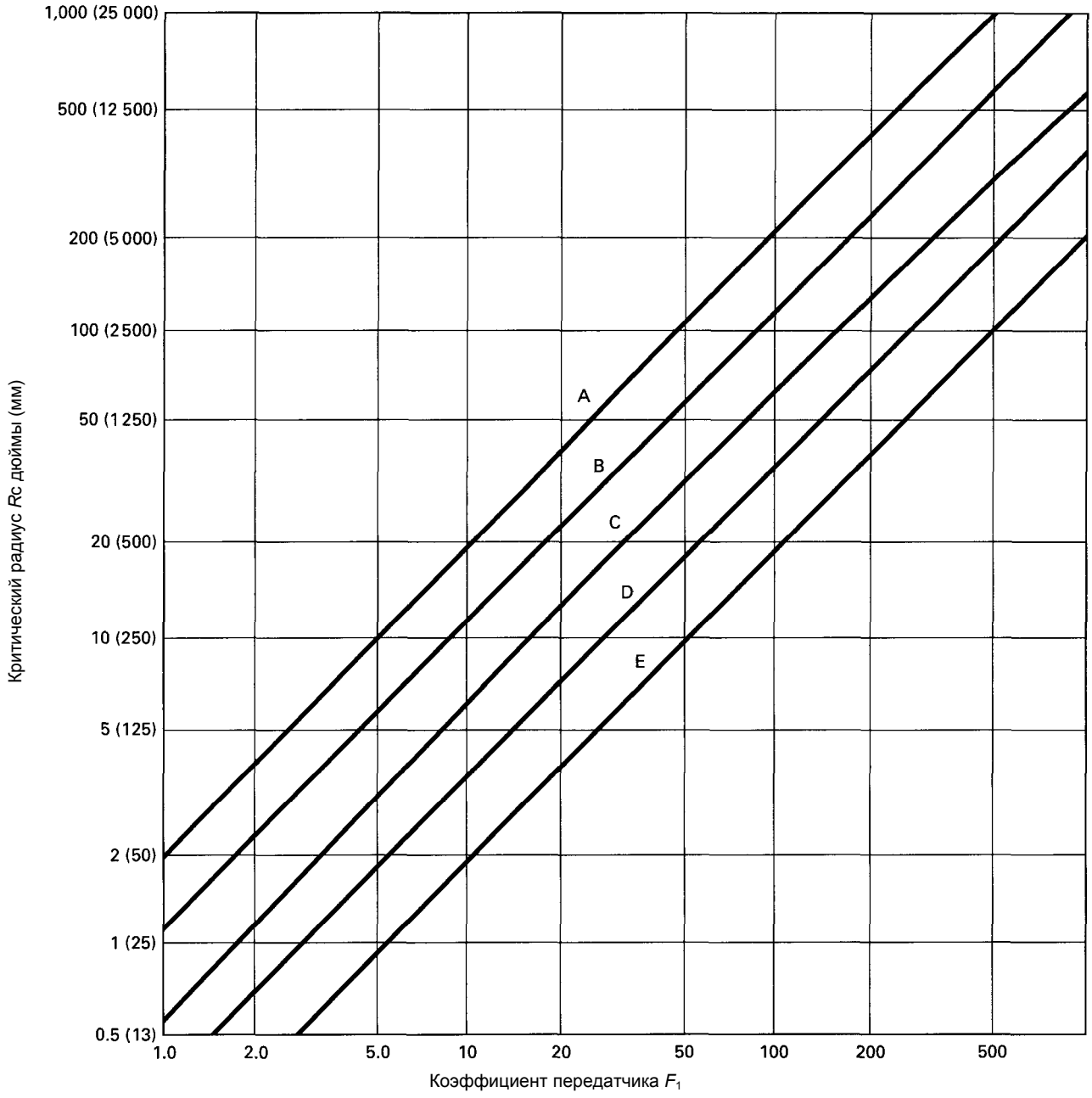
(1) Определить соответствующий коэффициент преобразователя, F_1 из Таблицы G-461; $F_1 = 92,9$.

(2) Определить R_c по Рис. G-461(a); $R_c = 100$ дюймов(2 500 мм).

(3) Рассчитать RIR_C; 10 дюймов /100 дюймов= 0,1 (250 мм/2 500 мм = 0,1).

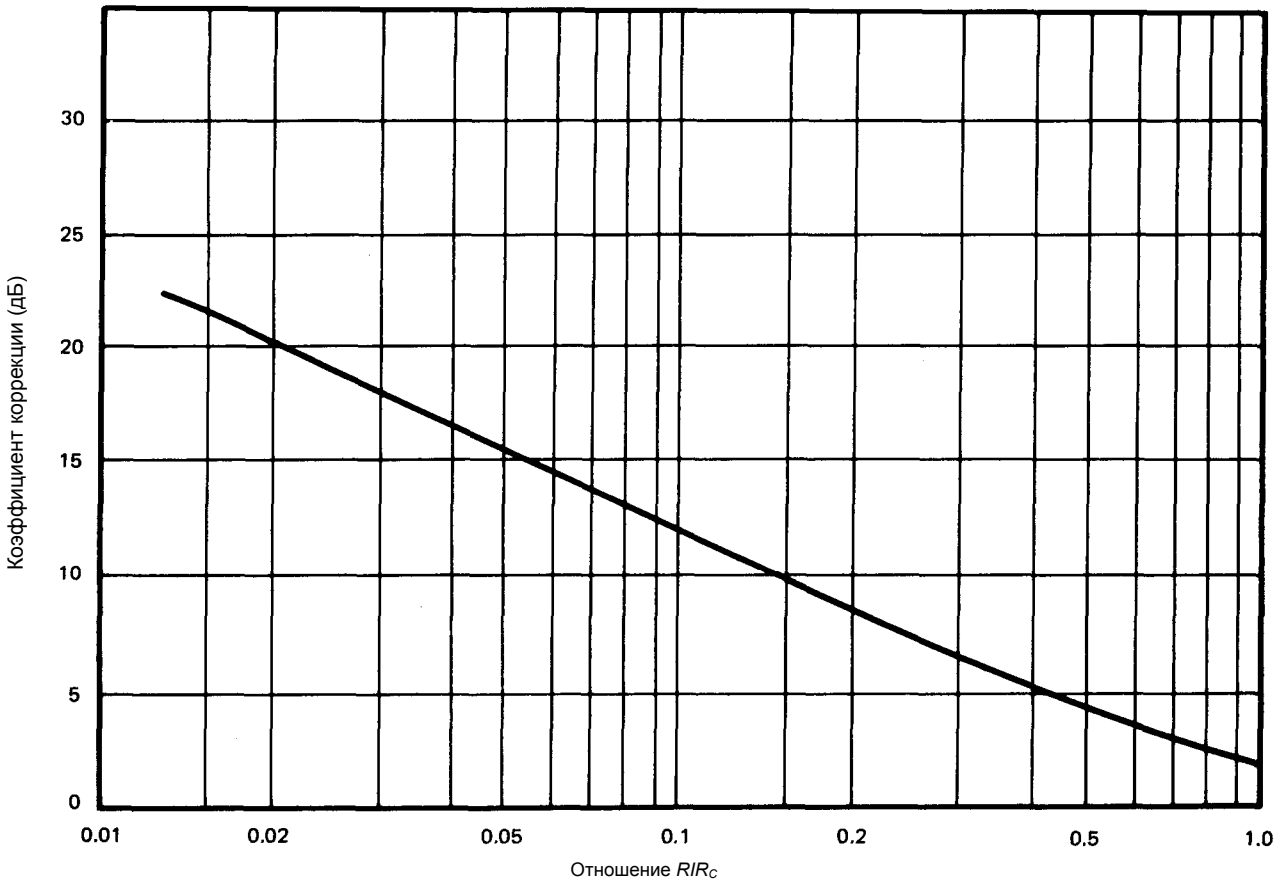
(4) По Рис. G-461(b) обеспечить необходимое увеличение усиления; 12 дБ.

РИС. G-461(A) КРИТИЧЕСКИЙ РАДИУС R_C ДЛЯ СОЧЕТАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ/КОНТАКТНОЙ СРЕДЫ



Кривая	Контактная среда	Рабочая поверхность преобразователя
A	Моторное масло или вода	Оксид алюминия или карбид бора
B	Моторное масло или вода	Кварц
	Глицерин или синтетический эфир	Оксид алюминия или карбид бора
C	Глицерин или синтетический эфир	Кварц
D	Моторное масло или вода	Пластмасса
E	Глицерин или синтетический эфир	Пластмасса

РИС. G-461(B) КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕКТИРОВКИ (УСИЛЕНИЕ) ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ



Такое увеличение усиления обеспечивает контроль на кривой поверхности после установления чувствительности калибрования на плоском образце.

07

ПРИЛОЖЕНИЕ H АННУЛИРОВАНО

ПРИЛОЖЕНИЕ I КОНТРОЛЬ ШВОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКАТЕЛЕЙ УГЛОВОГО ЛУЧА

I-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание метода контроля швов с помощью искателей углового луча.

I-470 КОНТРОЛЬ

I-471 Общие требования к сканированию

Должны применяться лучи под тремя углами (45º, 60º и 70º градусов) (относительно перпендикуляра к контролируемой поверхности). Углы лучей, кроме 45 и 60 градусов, допускаются, если измеренная разность между углами составляет не менее 10 градусов. Дополнительный контроль одной четвертой объема с помощью углового луча должен выполняться на материале до глубины $^{t}/_{4}$ от наружной поверхности. В этом объеме ¼ должны применяться угловые лучи продольной или поперечной волны с одиночным или двойным элементом в диапазоне от 60 градусов до 70 градусов (относительно перпендикуляра к контролируемой поверхности).

I-472 ИСКЛЮЧЕНИЯ ИЗ ОБЩИХ ТРЕБОВАНИЙ СКАНИРОВАНИЯ

Разрешается использовать другие углы для контроля:

(a) фланцевых швов, когда контроль выполняется со стороны фланца;

(b) патрубков и швов патрубков, когда контроль выполняется с расточки патрубка;

(c) швов креплений и опор;

(d) контроль соединений переходников.

1-473 ЗОНА КОНТРОЛЯ

Каждый проход искателя должен покрывать как минимум 50% размера активного преобразователя (пьезоэлектрический элемент), который перпендикулярен направлению сканирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ J АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ БАЗОВЫЙ ОБРАЗЕЦ

J-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание метода, эквивалентного методу, указанному в Статье 4, T-434.2 для базовых калибровочных образцов, которые используются для методов калибрования корректировки DAC.

J-430 ОБОРУДОВАНИЕ

J-431 Базовый калибровочный образец

Базовый калибровочный образец, содержащий базовые калибровочные отражатели для установления первичного контрольного ответного сигнала оборудования УЗК и для построения кривой расстояния/амплитуда, представлены на Рис. J-431. Базовые калибровочные отражатели должны быть расположены либо в материале детали, либо в базовом калибровочном образце.

J-432 Материал базового калибровочного образца

(a) Выбор образца. Материал, из которого изготавливают образец, должен быть выбран из:

(1) выреза под патрубок из детали;

(2) продолжения детали;

(3) материала с теми же характеристиками, формой изделия или условиями термической обработки, что и материал, на который устанавливается искатель во время контроля.

(b) Плакирование. Если материал детали облицован, и плакирование влияет на ход контроля, в этом случае образец должен быть облицован до номинальной толщины элемента с плакировкой +/ 3 мм. Нанесение плакировании должно выполняться тем же самым методом (т.е. соединением прокаткой, ручной сваркой, автоматической сваркой с проволокой или автоматической сваркой с полосой), который использовался для нанесения плакировки на деталь, подлежащую контролю. Если метод нанесения плакировки неизвестен, или если метод плакирования, который используется на детали, не подходит для нанесения плакировки на образец, в этом случае можно использовать ручной метод нанесения. Когда базовые материалы на обратной стороне шва наносятся с помощью различных методов, в этом случае плакировка на образец должна наноситься с помощью метода, который используется на стороне шва, со стороны которой проводился контроль. Если контроль выполняется с обеих сторон, в этом случае образец должен обеспечивать калибрование при обоих методах плакирования.

(c) Термическая обработка. Образец должен, как минимум, проходить отпуск, который требуется в соответствии со спецификацией на материал в зависимости от типа и марки, а также термическую обработка после сварки (не менее 2 ч.).

(d) Окончательная отделка поверхности. Окончательная отделка поверхности образца должна быть характерной для окончательной отделки поверхности детали.

(e) Качество образца. Материал образца должен полностью подвергаться контролю с помощью искателя с прямым лучом. Зоны, которые содержат индикаторные следы, превышающие отражения от задней стенки отражателя, должны быть исключены из траекторий луча, которые требуются для достижения различных калибровочных отражателей

J-433 Калибровочные отражатели

(a) Базовые калибровочные отражатели. Сторона отверстия, выполненного с осью, которая параллельна контролируемой поверхности, является базовым калибровочным отражателем. Квадратный надрез должен также использоваться. Отражающая поверхность надрезов должна быть перпендикулярна поверхности эталона. См. Рис. J-431.

(b) Разметочная линия. Разметочная линия, как показано на Рис. J-431, должна быть выполнена в направлении толщины по оси отверстий и проходить через две контролируемые поверхности образца.

(c) Дополнительные отражатели. Разрешается устанавливать дополнительные отражатели; такие отражатели не должны создавать помехи первоначальному образцу.

(d) Конфигурация базового калибровочного образца. Рис. J-431 содержит изображение образца с размерами и местом расположения отверстия. Толщина каждого шва детали должна быть представлена образцом, который имеет толщину, соответствующую шву детали, как показано на Рис. J-431. Если толщина эталона на ±1 дюйм (25 мм) заходит на два диапазона толщин шва, как показано на Рис. J-431, в этом случае использование образца является приемлемым для тех частей каждого диапазона толщины, на который заходит 1 дюйм (25 мм). Отверстия должны соответствовать толщине образца. Если имеются две и более толщин основного материала, в этом случае толщина образца должна быть достаточной, чтобы вмещать весь путь луча при контроле.

*(e) Швы в материалах с диаметрами более 20 д*юймов *(500 мм).* Для контроля швов материалов, где диаметр поверхности больше 20 дюймов (500 мм), можно использовать одиночный криволинейный базовый образец для калибрования контроля прямым и наклонным преобразователем в диапазоне криволинейности от 0,9 до 1,5 раз диаметра основного образца. Как вариант, плоский базовый образец может использоваться, если контролируемые минимальные выпуклые, вогнутые или комбинированные радиусы кривизны превышают критический диаметр, указанный в Приложении А. Что касается определения, должна использоваться плоская контактная поверхность искателя с прямым или угловым лучом, касающаяся минимального радиуса вместо диаметра преобразователя, как показано в Таблице А-10.

*(f) Швы в материалах с диаметрами 20 д*юймов *(500 мм) или менее.* Базовый образец должен быть изогнут согласно швам в материалах с диаметрами 20 дюймов (500 мм) и менее.

РИС. J-431 БАЗОВЫЙ ОБРАЗЕЦ

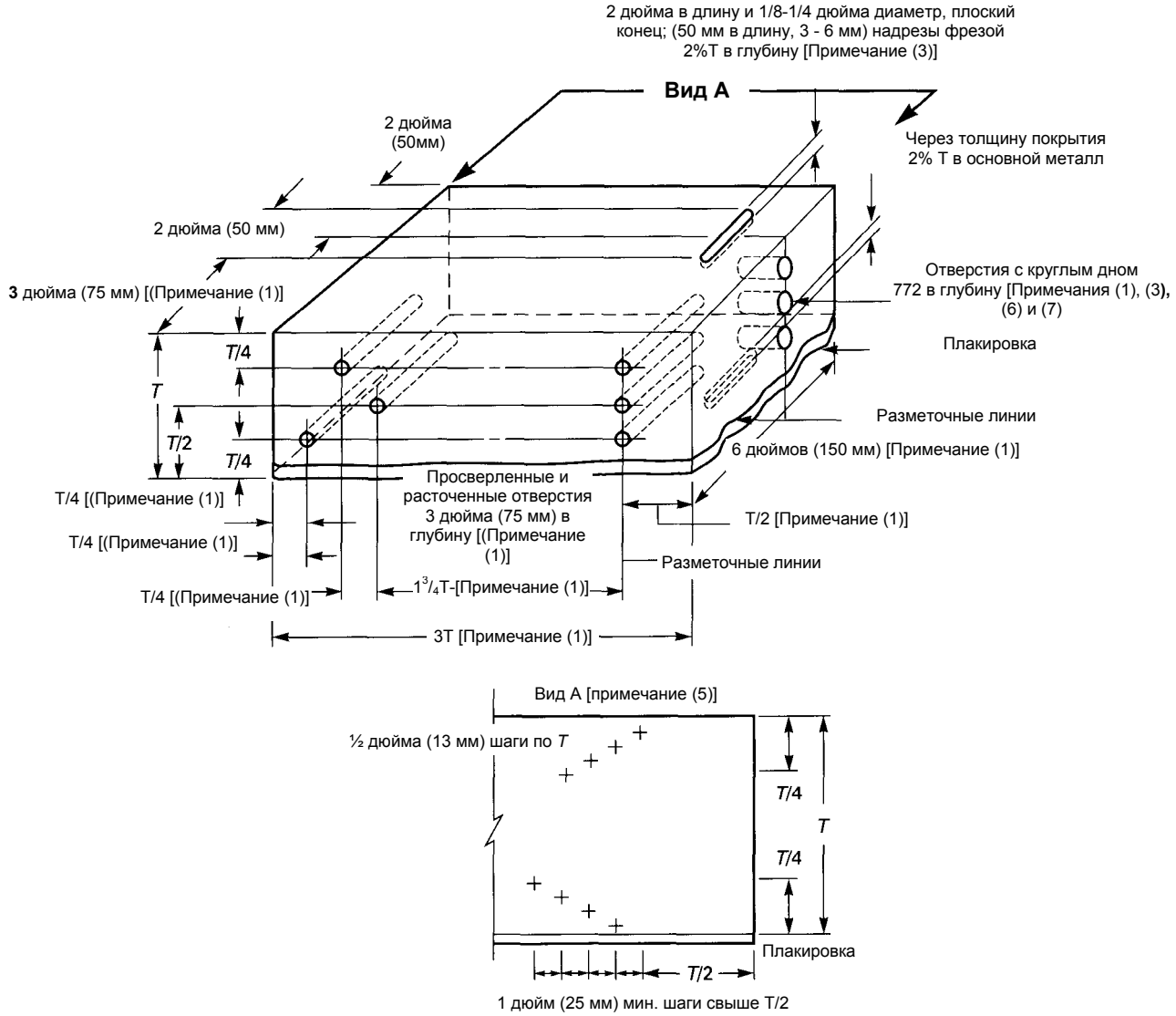


РИС. J-431. БАЗОВЫЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОБРАЗЕЦ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Толщина шва *t*, дюймы(мм)	Толщина основного калибровочного образца *T*, дюймы (мм)	Боковое отверстие Диаметр отверстия, дюймы (мм) [Примечание (3)]	Диаметр отверстия с круглым дном, дюймы(мм) [Примечание (3) и (6)]
Свыше 2 до 4 (50 - 100)	3 *или t* (75 *или t)*	3/16 (5)	3/8 (10)
Свыше 4 до 6 (100 - 150)	5 или t (125 *или t)*	¼ (6)	7/16 (11)
Свыше 6 до 8 (150 - 200)	7 *или t* (175 *или t)*	5/16 (8)	½ (13)
Свыше 8 до 10 (200 - 250)	9 *или t* (225 *или t)*	3/8 (10)	9/16 (14)
Свыше 10 до 12 (250 - 300)	11 или t (275 *или t)*	7/16 (11)	5/8 (16)
Свыше 12 до 14 (300 - 350)	13 или t (325 или t)	1/2 (13)	11/16 (17)
Свыше 14 (350)	t ± 1 (t ± 25)	[Примечание (2)]	[Примечание (2)]

ПРИМЕЧАНИЯ:
(1) Минимальные размеры.
(2) При каждом увеличении толщины шва на 2 дюйма (50 мм) или части этого свыше 14 дюймов (356 мм), диаметр отверстия должен увеличиваться на 1/16 дюйма (1,5 мм).
(3) Допуски диаметров отверстий должны быть ± 1/32 дюйма (0,8 мм); допуски на глубину надреза должны составлять + 10 и - 20% (только на самой малой толщине плакировки вдоль отражающей поверхности надреза); допуск на положение отверстия в толщине должен быть ± 1/8 дюйма (3 мм); перпендикулярные допуски на отражающей поверхности надреза должны быть ± 2 градусов; допуск на длину надреза ± 1/4 дюйма (6 мм).
(4) Плакировка не должна входить в T.
(5) Приповерхностные калибровочные отверстия 1/8 дюйма (3 мм) (макс.), диаметр на 1 ½ дюйма (38 мм) глубиной (мин.), должны быть выполнены на границе между плакировкой и основным металлом и с шагом ½ дюйма (13 мм) по 774 с поверхности покрытия, также при ½ дюйма (13 мм) с поверхности без покрытия и при ½ дюйма (13 мм) по 774 с поверхности без покрытия. В каждом случае отверстие, ближайшее к поверхности, должно быть выполнено при T/2 от кромки образца. Отверстия с шагом по толщине ½ дюйма (13 мм) от приповерхностного отверстия должны быть выполнены с минимальным шагом 1 дюйм (25 мм) от T/2.
(6) Отверстия с круглым (полусферическим) дном должны быть выполнены, только когда требуется в соответствии с соответствующим разделом Норм и Правил для измерений расхождения пучка (см. T-434.1). Используется метод B-60. Отверстия с круглым дном могут быть расположены в самом большом образце комплекта образцов или в отдельном образце с максимальной контролируемой толщиной.
(7) Отверстие T/2 может быть расположено в противоположной стороне образца.

Отдельный криволинейный базовый калибровочный образец может использоваться для проверки поверхностей в диапазоне криволинейности от 0,9 до 1,5 диаметров основного образца. Например, может использоваться криволинейный образец с диаметром 8 дюймов (200 мм) для контроля поверхностей в диапазоне криволинейности от 7.2 дюймов до 12 дюймов (180 мм до 300 мм) по диаметру. Диапазон криволинейности от 0.94 дюйма до 20 дюймов (24 мм до 500 мм) в диаметре требует наличия 6 криволинейных образцов, как показано на Рис. T-434.1.7.2 для любого диапазона толщины, как указано на Рис. J-431.

(g) Сохранение и управление. Все базовые калибровочные образцы для контроля должны соответствовать требования к сохранению и управлению соответствующего раздела Норм и Правил.

ПРИЛОЖЕНИЕ K РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ КОНТРОЛЯ ПРЯМЫМ ЛУЧОМ ДЛЯ ПЛОСКИХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ

K-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание метода регистрации данных контроля прямым лучом для плоских отражателей, определение размеров выполняется на основе амплитуды.

K-470 КОНТРОЛЬ

K-471 Перекрытие

Получить данные последовательных проходов сканирования с шагом не более 9/10 размера преобразователя, измеренного параллельно изменению шага сканирования (перекрытие 10%). Зарегистрировать данные в конечных точках, как определено по 50% DAC.

K-490 ПРОТОКОЛЫ/ДОКУМЕНТЫ

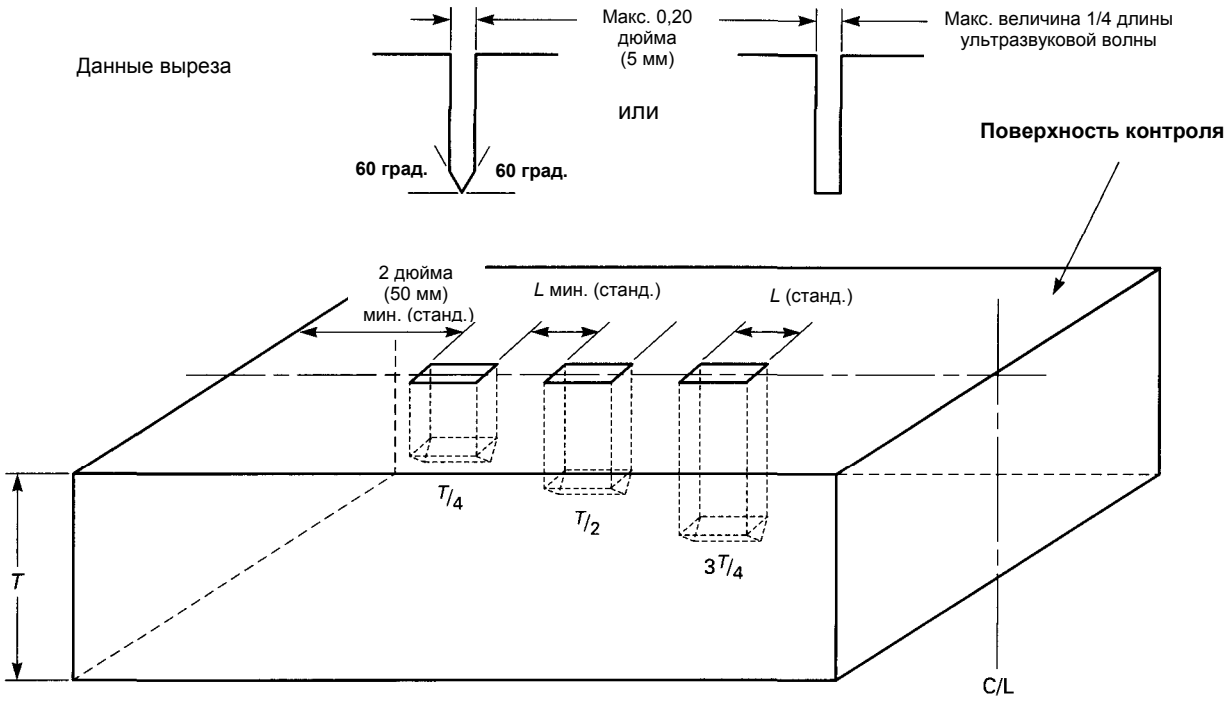
Зарегистрировать все отражатели, которые формируют ответный сигнал, равный или больше 50% DAC. Однако отражения от границы плакировки и обратной стенки не нужно регистрировать. Зарегистрировать все измерения положения и места искателя до десятых долей дюйма.

ПРИЛОЖЕНИЕ L ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ПО МЕТОДУ TOFD / МЕТОДУ КОМПЬЮТЕРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТ РАЗДЕЛЬНО-СОВМЕЩЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

L-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание методов, которые могут быть использованы для демонстрации возможностей системы УЗК для точного определения глубины и длины поверхностных механическим образом обработанных надрезов,

РИС. L-432. ПРИМЕР ПЛОСКОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ОБРАЗЦА С ТРЕМЯ НАДРЕЗАМИ



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: Длина и ширина образца должны соответствовать сканирующему устройству системы УЗК.

которые возникают на контролируемой поверхности вследствие результирующих дифракционных сигналов, когда применяется неамплитудный МКО с раздельно-совмещенным преобразователем (TOFD). В него включена система определения / классификации дефекта.

L-420 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Требования статьи 4 применяются за исключением тех, которые изменены в данном документе.

L-430 ОБОРУДОВАНИЕ

L-431 Система

Оборудование системы [например, ультразвуковой блок, компьютер, ПО, сканер(ы), искатель(и), кабель(и), контактная среда, кодирующее устройство(а) и т.д.] должно быть описано в данной письменной процедуре.

L-432 ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОБРАЗЕЦ

(a) Материал и форма образца (плоская или криволинейная) должны обеспечивать демонстрацию точности системы.

(b) Образец должен содержать не менее трех механически выполненных надрезов с глубинами T/4, T/2 и 3T/4 и длинами (L). При необходимости ориентация должна обеспечивать демонстрацию точности определения размеров системы. Например, см. Рис. L-432.

Дополнительные надрезы могут потребоваться в зависимости от:

(1) толщины образца;

(2) количества контролируемых участков, на которые разделена толщина образца;

(3) разнотолщинности/равнотолщинности участков (например, три участка могут быть разбиты на верхнюю часть 1/3, среднюю часть 1/3 и нижнюю часть 1/3 относительно верхней части 1/4, средней части ½ и нижней части 1/4); и

(4) глубин, которые необходимо продемонстрировать.

(c) До механической обработки надрезов материал образца, через который должен проходить звук, должен быть проконтролирован с помощью оборудования системы для проверки того, что он не содержит отражателей, который помешают демонстрации.

L-460 КАЛИБРОВАНИЕ

L-461 Система

Система должна быть откалибрована согласно процедуре, которая должна пройти демонстрационные испытания.

L-462 ПРОВЕРКИ СИСТЕМЫ

Следующие проверки должны выполняться до демонстрации:

(a) Проверка позиционного кодера. Позиционный кодер должен перемещаться по измеренному расстоянию 20 дюймов (500 мм). Показания системы должны находиться в пределах ±1%

[±0,2 дюйма (5 мм)] измеренного расстояния. Кодеры, не прошедшие данную проверку, подлежат повторному калиброванию. Проверка проводится повторно. (b) Проверка толщины. На измерительном образце должен быть выполнен свободный проход. Расстояние между сигналом боковой волны и первым сигналом от задней стенки должно находиться в пределах ±0,02 дюйма (0,5 мм) измеренной толщины образца. Настройки, которые не могут пройти данную проверку, должны иметь либо настроенную, либо запрограммированную величину расстояния между датчиками. Данное расстояние должно быть проверено повторно.

L-470 ПРОВЕРКА

Демонстрационный образец должен быть просканирован в соответствии с инструкцией. Данные подлежат регистрации.

Демонстрационные испытания должны быть выполнены с помощью:

(a) Методов сканирования типа D (непараллельное сканирование)

(b) Методов сканирования типа B (параллельное сканирование)

(c) Методов сканирования типа D (непараллельное сканирование) с надрезами, смещенными на изменяющуюся величину в какую-либо сторону относительно центра.

L-480 ОЦЕНКА

L-481 Определение размеров

Глубина надрезов от поверхности сканирования и их длина должна определяться в соответствии с инструкцией, подлежащей демонстрационным испытаниям.

L-482 УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ

Точность определения размеров (%) устанавливается с помощью следующих формул: *(a)* Глубина:

$$\frac{D_d - D_m}{D_m} \times 100$$

(b) Длина:

$$\frac{L_d - L_m}{L_m} \times 100$$

где:

D_d и L_d - это глубина и длина надрезов соответственно, как определено демонстрируемой системой УЗК, и

D_m и L_m - это глубина и длина надрезов соответственно, как установлено с помощью физических измерений (например, метода реплик)

ПРИМЕЧАНИЕ: Использовать единицы одной системы.

L-483. Система классификации/определения размеров

L-483.1. Определение размеров. Дефекты классифицируются следующим образом:

(a) Дефекты, сообщающиеся с верхней поверхностью. Индикаторные следы дефектов, состоящие только из сигнала с дифракцией в нижней точке, а также с последующим ослаблением, смещением или прерыванием сигнала боковой волны, считаются выходящими на поверхность, если не проводится дальнейший контроль с помощью других неразрушающих методов.

(b) Внутренние дефекты. Индикаторы следы с сигналом с дифракцией от верхней и нижней точки или только от верхней точки, а также без последующего ослабления, смещения или прерывания сигнала задней стенки, считаются внутренними.

(c) Дефекты, сообщающиеся с нижней поверхностью. Индикаторные следы дефектов, состоящие только из сигнала с дифракцией в верхней точке, а также с последующим смещением задней стенки или прерыванием сигнала задней стенки, считаются выходящими на нижнюю поверхность, если не проводится дальнейший контроль с помощью других неразрушающих методов.

L-483.2 Определение высоты дефекта. Высота дефекта должна определяться следующим образом:

(a) Дефекты, сообщающиеся с верхней поверхностью. Высота дефекта, сообщающегося с верхней поверхностью, определяется расстоянием между сигналом боковой волны верхней поверхности и сигналом с дифракцией в нижней точке.

(b) Внутренние дефекты. Высота *(h)* внутреннего дефекта определяется следующим образом:

(1) расстояние между сигналом с дифракцией верхней точки и сигналом с дифракцией в нижней точке или,

(2) следующий расчет дефектов с одиночным сигналом с дифракцией верхней точки:

$$h = [(c(t_d + t_p)/2)^2 - s^2)]^m - d$$

где:

c = продольная скорость звука

s = половина расстояния между двумя точками датчика

t_d = времяпролетная величина при глубине d

t_p = длина акустического импульса

d = глубина дефекта ниже поверхностью сканирования

ПРИМЕЧАНИЕ: Использовать единицы одной системы.

(c) Дефекты, сообщающиеся с нижней поверхностью. Высота дефекта, сообщающегося с нижней поверхностью, определяется расстоянием между сигналом с дифракцией верхней точки и сигналом с дифракцией от задней стенки.

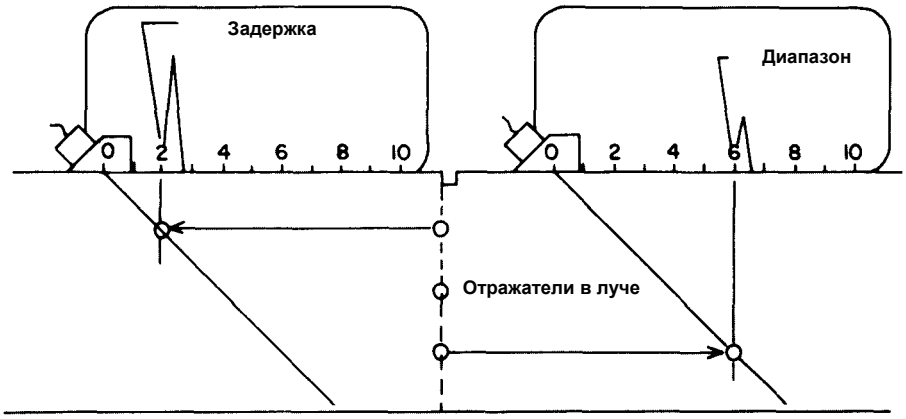
L-483.3 Определение длины дефекта. Длина дефекта определяется расстоянием между конечными гиперболическими курсорами или конечными точками дефекта после метода SAFT.

L-490 ДОКУМЕНТАЦИЯ

L-491 Отчет о демонстрационных испытаниях

В дополнение к применяемым пунктам в T-492 отчет о демонстрации должен содержать следующую информацию:

РИС. М-461.1. ДИАПАЗОН РАЗВЕРТКИ (БОКОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ)



(a) компьютерная идентификация и изменения;

(b) режим(ы) используемого распространения волны;

(c) структура демонстрационного блока (материал, толщина и криволинейность);

(d) глубина надреза, длина и при необходимости направление (например, аксиальное или по окружности);

(e) настройки прибора УЗК и данные сканирования;

(f) данные по точности.

ПРИЛОЖЕНИЕ М ОБЩИЕ МЕТОДЫ КАЛИБРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ ВОЛНОЙ УГЛОВОГО ЛУЧА

М-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание общих методов калибрования продольной волной углового луча. Можно использовать другие методы. Диапазон развертки может быть калиброван с учетом пути прохождения в металле, расстояния до проецируемой поверхности или действительной глубины залегания отражателя. Определенный метод может быть выбран в соответствии с требованиями персонала, осуществляющего контроль.

Искатели продольной волны углового луча обычно имеют ограничения 1/2 пути, так как существует значительная потеря в энергии луча после отражения при изменении режима.

М-460 КАЛИБРОВАНИЕ

М-461 Калибрование диапазона развертки

М-461.1 Боковые отверстия (См. Рис. М-461.1)

ПРИМЕЧАНИЕ: Данный метод содержит описание калибрования развертки для глубины.

М-461.1.1 Настройка управления задержкой. Расположить искатель для максимального захвата индикаторного следа от бокового отверстия 1/4*T*. Настроить левую границу индикаторного следа по строке 2 на экране с управлением задержкой.

М-461.1.2 Настройка управления диапазоном [7] Расположить искатель для получения максимального индикаторного следа от SDH 3/4*T*. Настроить левую кромку индикаторного следа по строке 6 на экране с управлением диапазоном.

М-461.1.3 Повторные настройки. Повторять настройки задержки и диапазона до тех пор, пока 1/4*T* и 3/4*T* SDH не появятся на строках 2 и 6.

М-461.1.4 Показания развертки. Две части развертки равны 1/4*T*.

М-461.2 Контрольные образцы цилиндрической поверхности (См. Рис. М-461.2)

ПРИМЕЧАНИЕ: Данный метод обеспечивает калибрование для металлической полосы.

М-461.2.1 Настройка управления задержкой. Расположить искатель для получения максимального индикаторного следа на 1 дюйм от цилиндрической поверхности. Настроить левую кромку индикаторного следа по строке 5 на экране с управлением задержкой.

М-461.2.2 Настройка управления диапазона. Расположить искатель для получения максимального индикаторного следа на 2 дюйма от цилиндрической поверхности. Настроить левую кромку индикаторного следа по строке 10 на экране с управлением диапазоном.

М-461.2.3 Повторные настройки. Повторить настройки управления задержки и диапазона до появления значений 1 дюйм (25 мм) и 2 дюйма (50 мм) на строках 5 и 10.

М-461.2.4 Показания развертки. Развертка представляет 2 дюйма (50 мм) расстояния звуковой полосы.

М-461.3 Искатель с прямым лучом и контрольные образцы (См. Рис. М-461.3)

ПРИМЕЧАНИЕ: Данный метод обеспечивает калибрование развертки пути в металле.

М-461.3.1 Расположение искателя. Установить искатель прямого луча на контрольный образец толщиной 1 дюйм для отображения индикаторных следов от задней стенки.

[7] *Диапазон* был заменен на многих новых приборах УЗК на *скорость*.

РИС. М-461.2. ДИАПАЗОН РАЗВЕРТКИ (ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ)

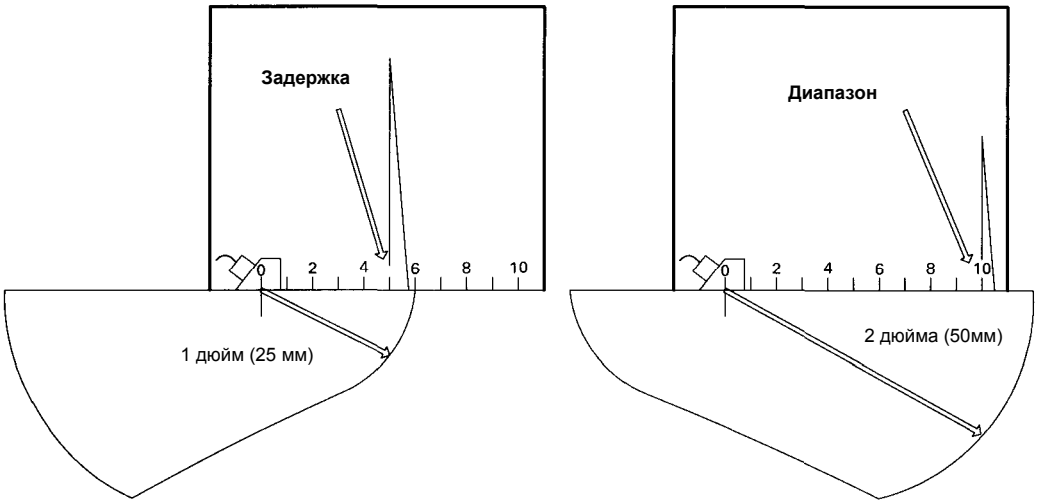
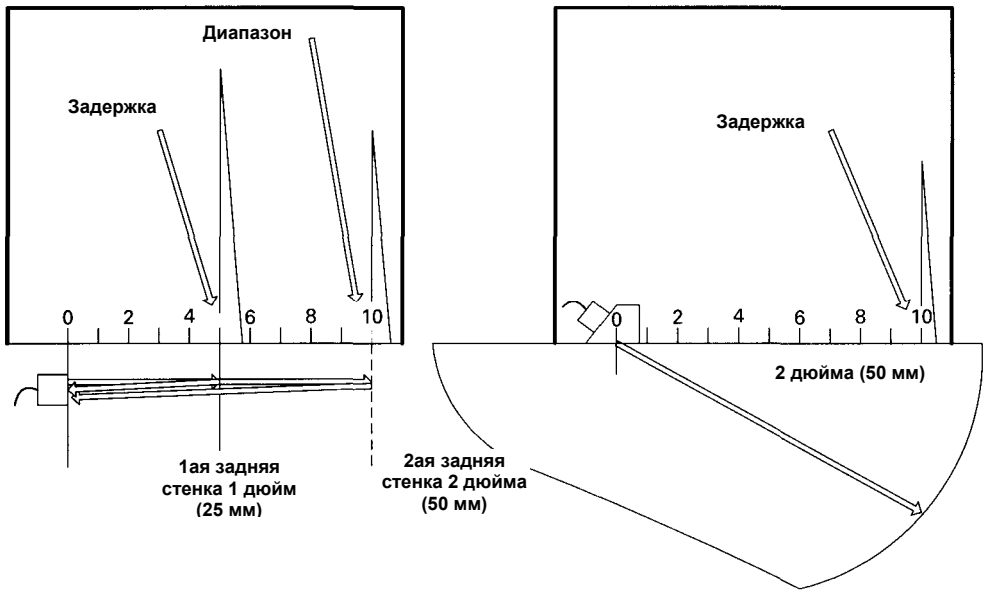


РИС. М-461.3. ДИАПАЗОН РАЗВЕРТКИ (ИСКАТЕЛЬ ПРЯМОГО ЛУЧА)



М-461.3.2 Настройка управления задержкой. Настроить левую границу индикаторного следа первой задней стенки по линии 5 на экране с управлением задержкой.

М-461.3.3 Настройка управления диапазона. Настроить левую кромку индикаторного следа второй задней стенки по линии 10 на экране с управлением диапазоном.

М-461.3.4 Повторные настройки. Повторить настройки управления задержки и диапазона до появления значений 1 дюйм (25 мм) и 2 дюйма (50 мм) на строках 5 и 10.

М-461.3.5 Окончательная настройка задержки. Снять искатель прямого луча с коаксиального кабеля и подключить искатель к системе. Расположить искатель для получения максимального индикаторного следа на 2 дюйма от цилиндрической поверхности. Настроить левую границу индикаторного следа по линии 10 на экране с управлением задержкой.

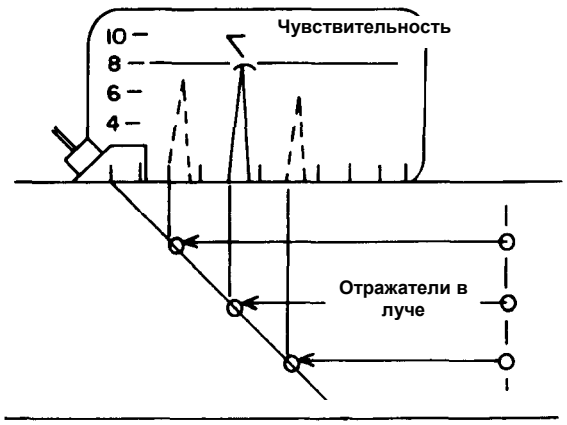
М-461.3.6 Показания развертки. Развертка представляет 2 дюйма (50 мм) расстояния звуковой полосы.

М-462 Корректировка показателя расстояние/амплитуда(DAC) (См. Рис. М-462)

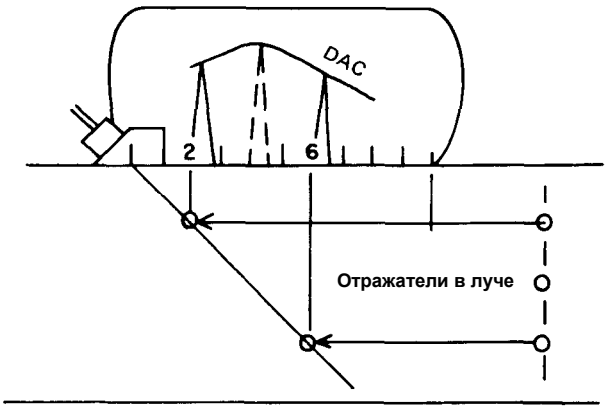
(a) Расположить искатель для получения максимального ответного сигнала от SDH, которое дает самую высокую амплитуду.

(b) Настроить управление чувствительностью (усилением) для обеспечения показания 80% (±5%) полной высоты экрана.

РИС. М-462. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И КОРРЕКЦИЯ РАССТОЯНИЯ/АМПЛИТУДЫ



(a) Чувствительность



(b) Расстояние/амплитуда

Это первичный контрольный уровень. Отметить пиковое значение на экране.

(c) Расположить искатель для получения максимального ответного сигнала от другого SDH и отметить пиковую величину на экране.

(d) Расположить искатель на получение максимального индикаторного следа от третьего SDH и отметить пиковое значение на экране.

(e) Соединить все маркеры SDH для формирования кривой DAC.

ПРИЛОЖЕНИЕ N ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВРЕМЯПРОЛЕТНОЙ ДИФРАКЦИИ

N-410 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение должно использоваться при толковании ультразвукового изображения времяпролетной дифракции. Дифракция - это обычное ультразвуковое явление. Возникает при более широких условиях по сравнению с продольной дифракцией- продольная дифракция обычно используется при типовом контроле методом TOFD. Данное руководство по толкованию разработано для настроек продольной дифракции метода TOFD с помощью отдельных преобразователей на той или другой стороне шва на пластине, трубе или криволинейном сосуде. Другие возможности включают:

(a) поперечно-растяжная дифракция

(b) продольно-поперечная дифракция

(c) дифракция при одном преобразователе (так называемая "обратная дифракция" или "эхо-вершинный метод"

(c) TOFD с двойным преобразователем при расположении преобразователей с одной стороны дефекта/шва

(d) комплексный контроль, напр., патрубки

N-420 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

N-421 ИЗОБРАЖЕНИЯ TOFD — ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ

(a) Данные TOFD, как правило, представляют собой монохромное изображение оцифрованного сканирования типа А. Рис. N-421 (a) содержит монохромное изображение сигнала сканирования типа А (или волны).

(b) Изображения TOFD формируются путем расположения преобразованных монохромных данных сканирования типа А, как показано на Рис. N-421(b). Сигналы боковой волны и от задней стенки представляют собой сплошные линии ярусного расположения. Представленный глубинный дефект состоит из видимого верхнего и нижнего вершинного сигнала. В данном случае представлены средние ярусные сигналы между боковой волной и задней стенкой.

(c) Изображения TOFD монохромного вида содержат изменения фазы. Некоторые сигналы имеют вид белый-черный-белый; другие - черный-белый-черный. Это дает возможность идентификации источника волны (верхний или нижний участок дефекта и т.д.), а также используется для определения размеров дефекта. В зависимости от фазы падающего импульса (обычно отрицательное напряжение) боковая волна будет положительной, тогда первый дифрагированный сигнал (верхний вершинный) отрицательным, второй дифрагированный (нижний вершинный) сигнал положительным, а сигнал от задней стенки отрицательным. Схематично это показано на Рис. N-421(c). Информация, касающаяся данных фазы, очень полезна при толковании сигнала; впоследствии радиочастотные сигналы и неспрямленные сигналы используются для TOFD. Фазовая информация используется для точной идентификации сигналов (обычно верхняя и нижняя части дефектов, если их можно различить), а также для определения точных локаций при замере глубины.

(d) Фактическое изображение TOFD представлено на Рис. N-421(d) с дефектами. Шкала времени лежит в горизонтальной плоскости. Ось движения направлена вертикально [см. Рис. N-421 (c)]. Боковая волна является достаточно сильным полицикличным импульсом слева. А сигнал от задней стенки - сильным полицикличным сигналом справа. Дефекты представлены полицикличными серыми и белыми отражениями боковой волны и сигнала от задней стенки.

РИС. N-421(A) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАННОЙ ВОЛНЫ В МОНОХРОМНОМ ИСПОЛНЕНИИ

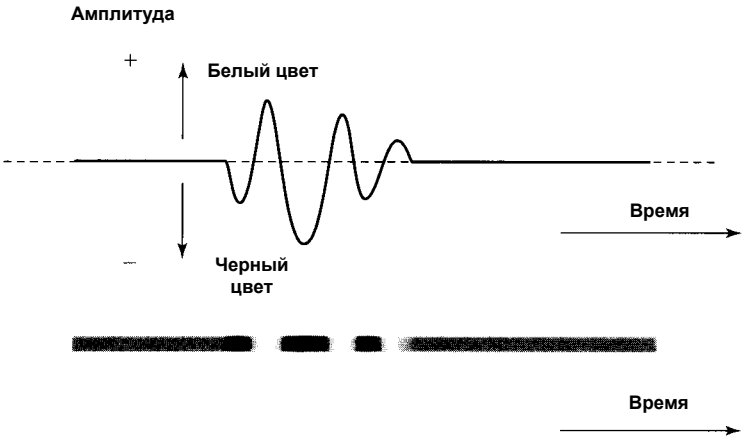


РИС. N-421(B) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ГЕНЕРИРОВАННОГО МОНОХРОМНОГО СКАНИРОВАНИЯ ТИПА B ОТ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПРОХОДОВ СКАНИРОВАНИЯ ТИПА A

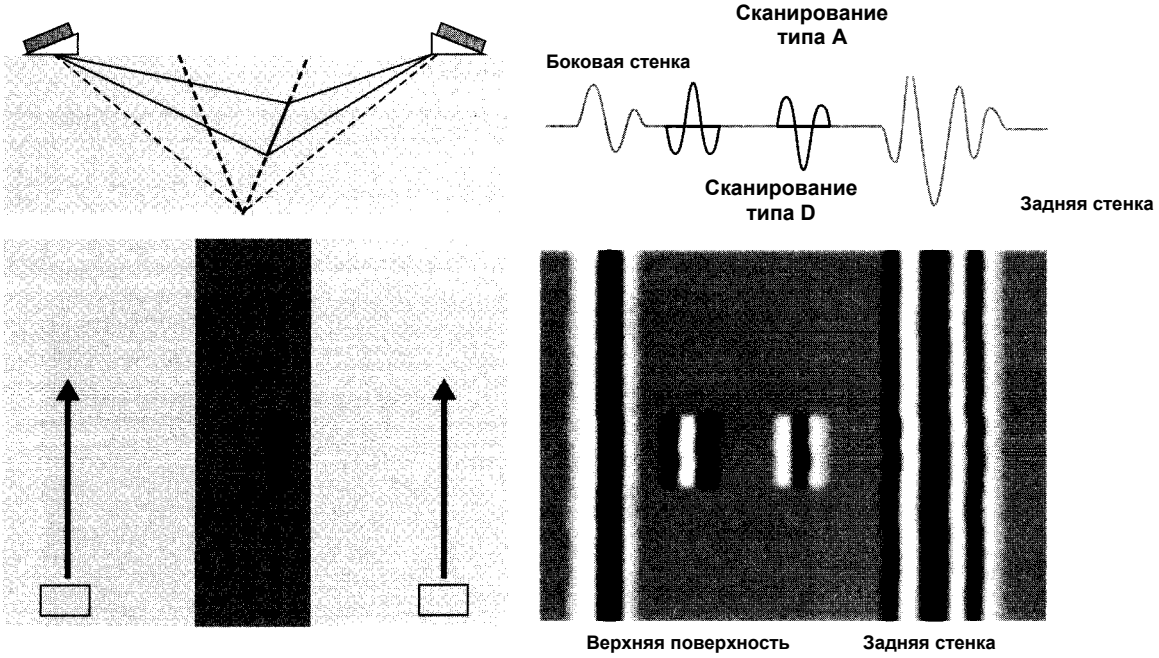


РИС. N-421(C) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ НАСТРОЕК TOFD И ДИСПЛЕЯ С ФАЗАМИ ВОЛН И СИГНАЛА

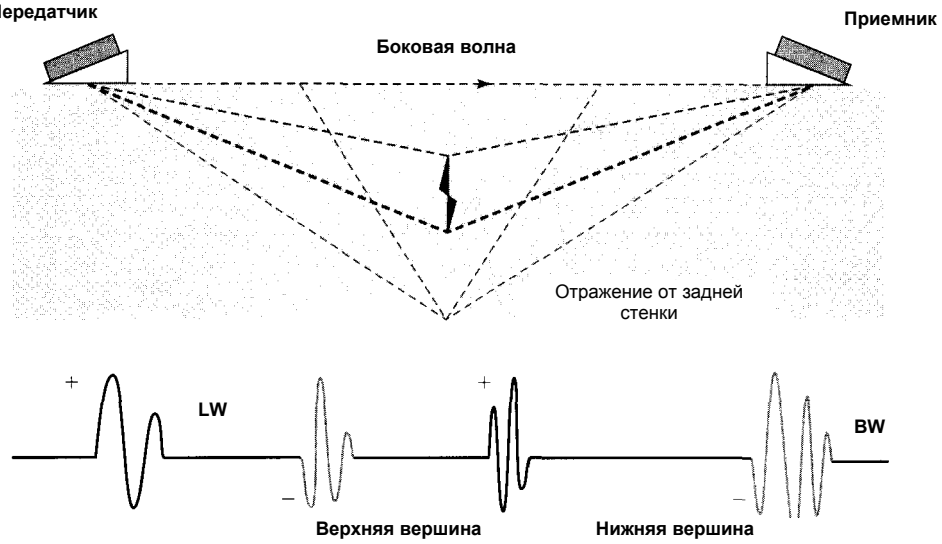


РИС. N-421(D) ДИСПЛЕЙ TOFD С ДЕФЕКТАМИ И ДАННЫМИ СКАНИРОВАНИЯ ТИПА A. ВРЕМЯ ПО ГОРИЗОНТАЛИ, ОСЬ ДВИЖЕНИЯ ПО ВЕРТИКАЛИ

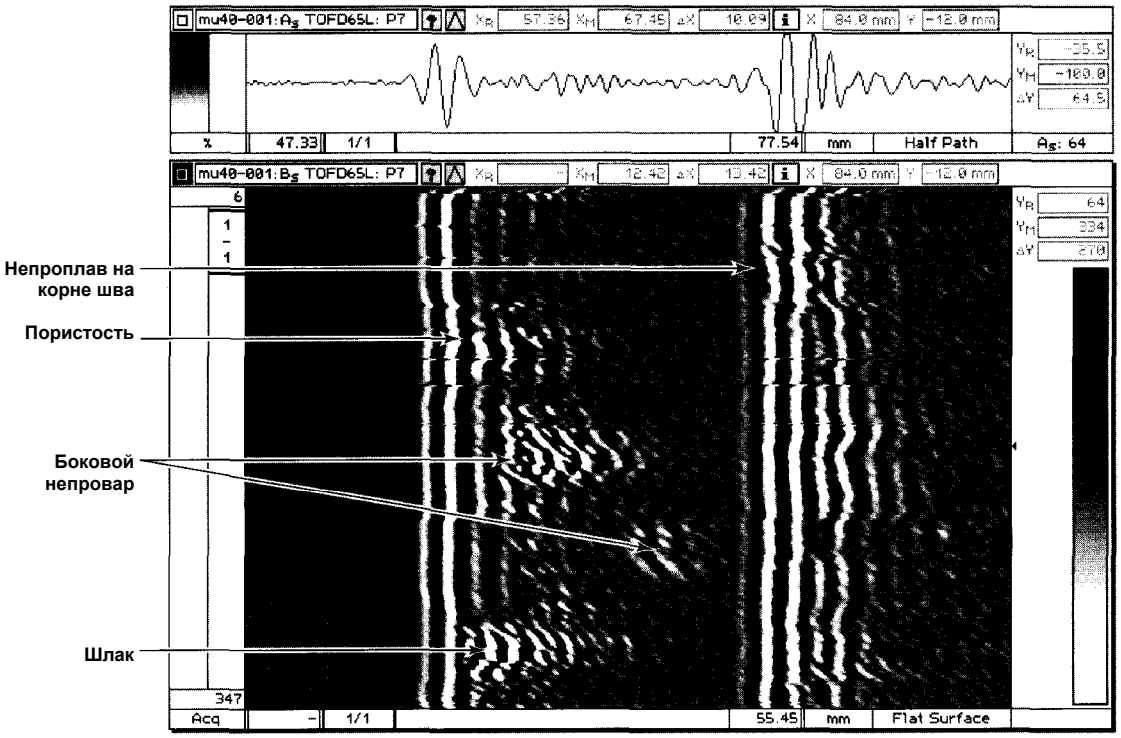
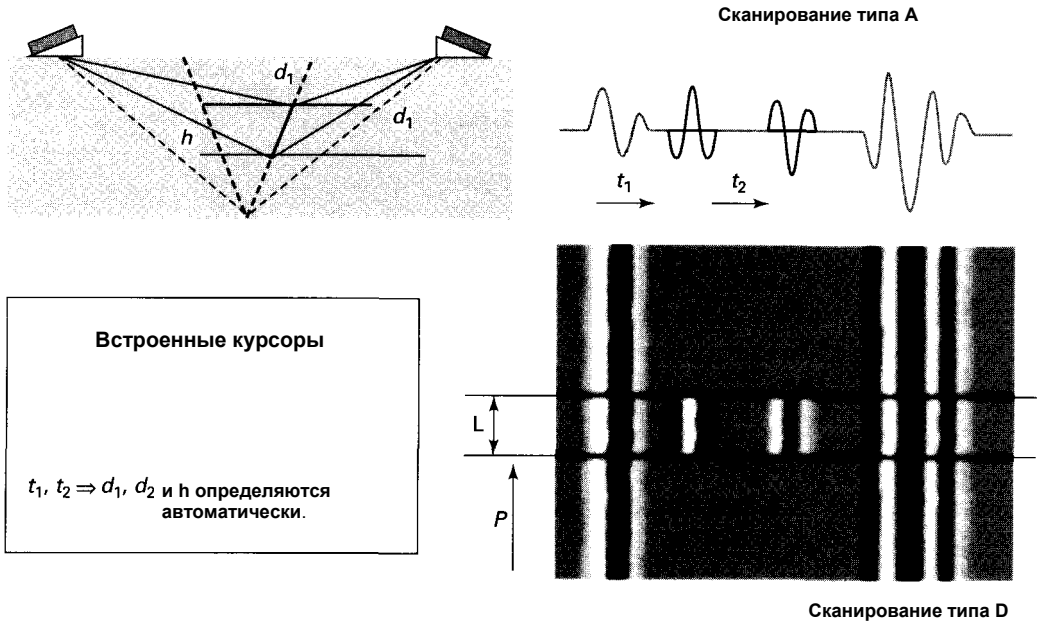


РИС. N-451 ПРИБОР УЗК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ДЕФЕКТА



Сканирование показывает несколько отдельно расположенных дефектов (непроплав, пористость и шлак). Ультразвуковой шум обычно является результатом отражений от границ зерна, который ограничивает действительную частоту, которая может быть использована. Сканирование TOFD может только отображать боковую волну (НД) и сигнал от задней стенки (ВД) с "шумом". Также существует ультразвуковая информация, которая наличествует за задней стенкой (обычно поперечно волновые дифракции). Однако это, в общем и целом, не используется.

N-450 ПРОЦЕДУРА

N-451 Измерительные приборы

Переменные параметры TOFD - это интервал замеров, толщина материала, скорость прохождения звука, задержка преобразователя и время прохождения боковой волны и отраженного от задней стенки сигнала. Не все переменные нужно знать для определения размеров дефекта. Например, калибрование, в случае с которым используются сигналы боковой волны (передняя волна или НД) и задней стенки (ВД), может проводиться без знания задержки преобразователей, разделения или скорости. Время поступления (прохождения), Рис. N-451, сигнала боковой волны (t_1) и задней стенки (t_2), регистрируется в компьютере. Затем курсоры отображаются для автоматического определения размеров.

N-452 ОШИБКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА

Дефекты не всегда будут иметь симметричной расположение относительно средней точки между передатчиком и приемником. Обычно используется пара преобразователей, которые центрированы относительно оси шва. Однако можно использовать несколько сессий TOFD, как правило, на толстостенных сосудах. Смещения используются для обеспечения качественного определения. Дефекты, как правило, появляются не на осевой линии шва. Иначе говоря, дефекты не могут быть расположены симметрично (см. Рис. N-452(a). Это будет источником или ошибкой в расположении и определении размеров.

Появятся ошибки, связанные с расположением и определением размеров смещенного дефекта, как показано на Рис. N-452(b). Однако, такие ошибки будут незначительными и в основном приемлемыми. Максимальная ошибка в связи с внеосевым положением меньше 10%. Ошибка еще меньше, если верхняя и нижняя часть дефекта имеют равнозначное смещение. Самая большая проблема, связанная с определением размеров, имеет отношение к небольшим дефектам в области задней стенки. Точные значения ошибки будут зависеть от параметров контроля.

N-453 ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ ДЕФЕКТА

Длины дефектов, которые параллельны поверхности, могут быть измерены с помощью изображения TOFD путем установки гиперболического курсора на концы дефектов (см. Рис. N-453).

N-454 ИЗМЕРЕНИЕ ГЛУБИНЫ ДЕФЕКТА

Высота дефекта, перпендикулярная поверхности, может быть измерена с помощью изображения TOFD приставлением курсоров к верхним и нижним вершинным сигналам. Следующие два примера измерения глубины дефектов шва в пластине толщиной 1 дюйм (25 мм). На Рис. N-454(a) изображено внутренний непроплав. На Рис. N-454(b) - трещина по середине. Необходимо помнить о том, что сигналы TOFD не являются линейными. Таким образом внутренние дефекты представлены в верхней трети рисунка. Существует возможность спрямить проходы сканирования TOFD с помощью компьютерного программного обеспечения.

РИС. N-452(A) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВНЕОСЕВЫХ ДЕФЕКТОВ

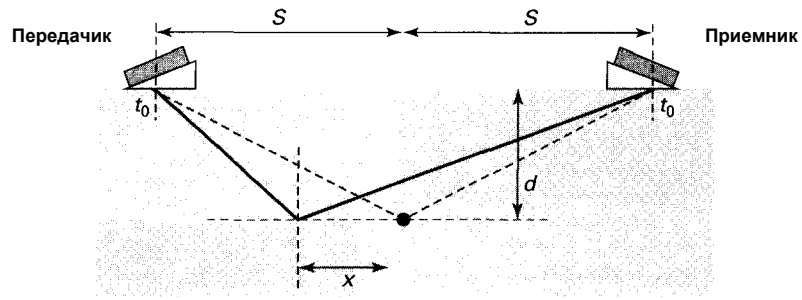
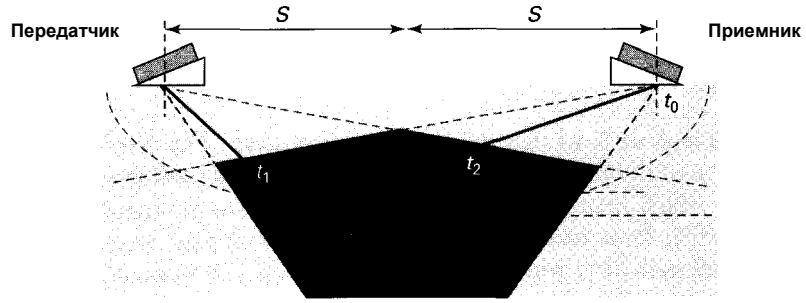


РИС. N-452(B) ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА



Неопределенность положения дефекта

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: На практике максимальная погрешность положения абсолютной глубины является менее 10%. Погрешностью оценки высоты внутренних (незначительных) дефектов можно пренебречь. Необходимо проявлять осторожность в отношении дефектов, находящихся на задней стенке.

РИС. N-453 ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЕ КОНЦЫ ГИПЕРБОЛЫ С БОКОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ ДЕФЕКТА, КОТОРОЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ ДЕФЕКТА

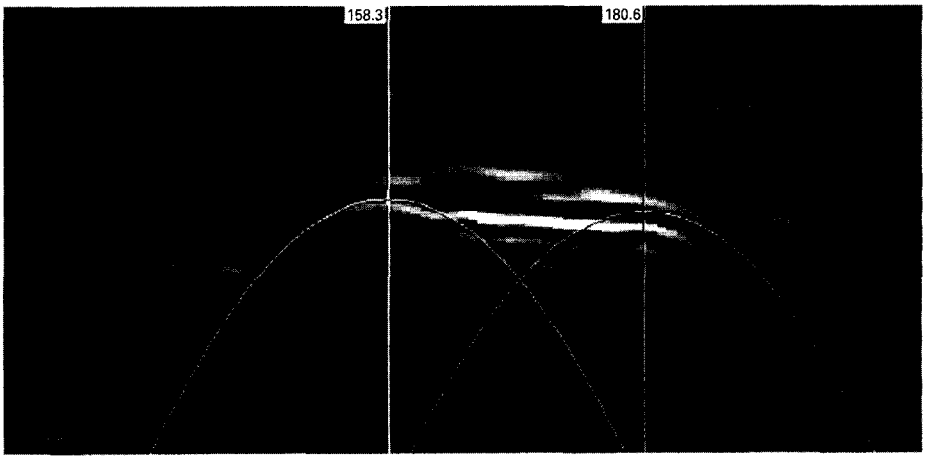


РИС. N-454(A) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЕ ВЕРХНИЕ И НИЖНИЕ ДИФРАГИРОВАННЫЕ СИГНАЛЫ ОТ ВНУТРЕННЕГО ДЕФЕКТА И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СКАНИРОВАНИЯ ТИПА A

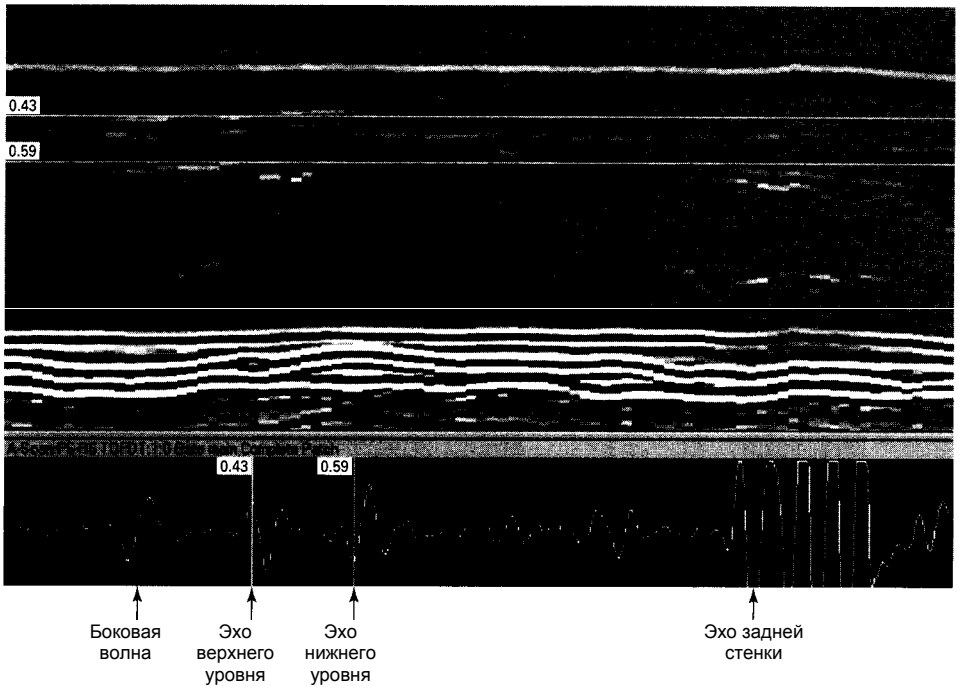


РИС. N-454(B) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЕ ВЕРХНИЕ И НИЖНИЕ ДИФРАГИРОВАННЫЕ СИГНАЛЫ ОТ ТРЕЩИНЫ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА ОСЕВОЙ ЛИНИИ, И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СКАНИРОВАНИЯ ТИПА A

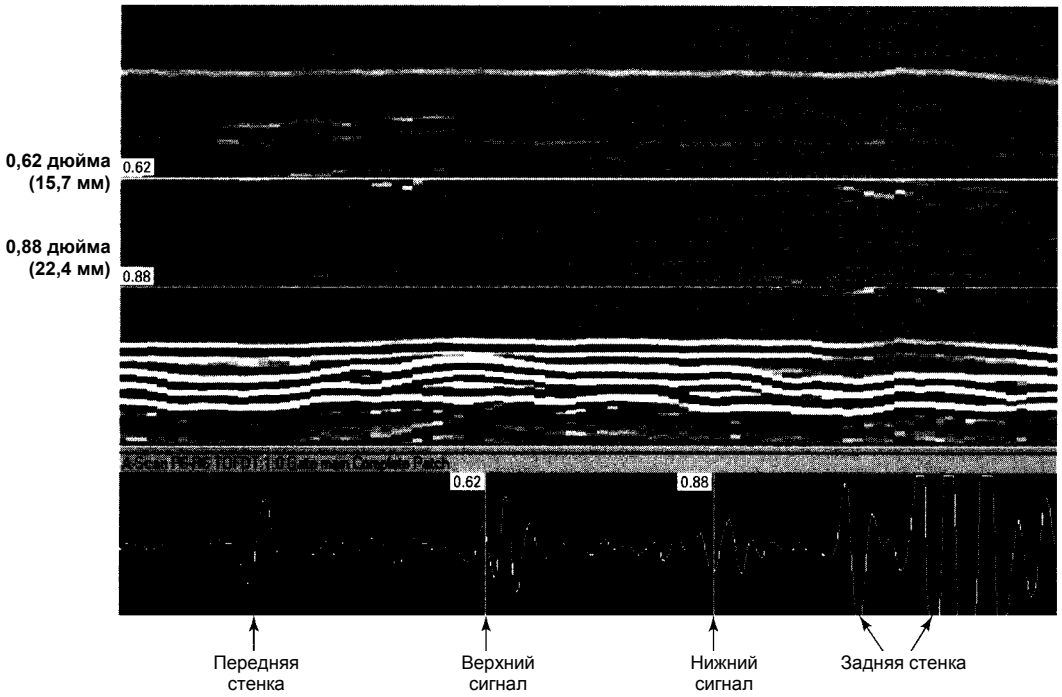
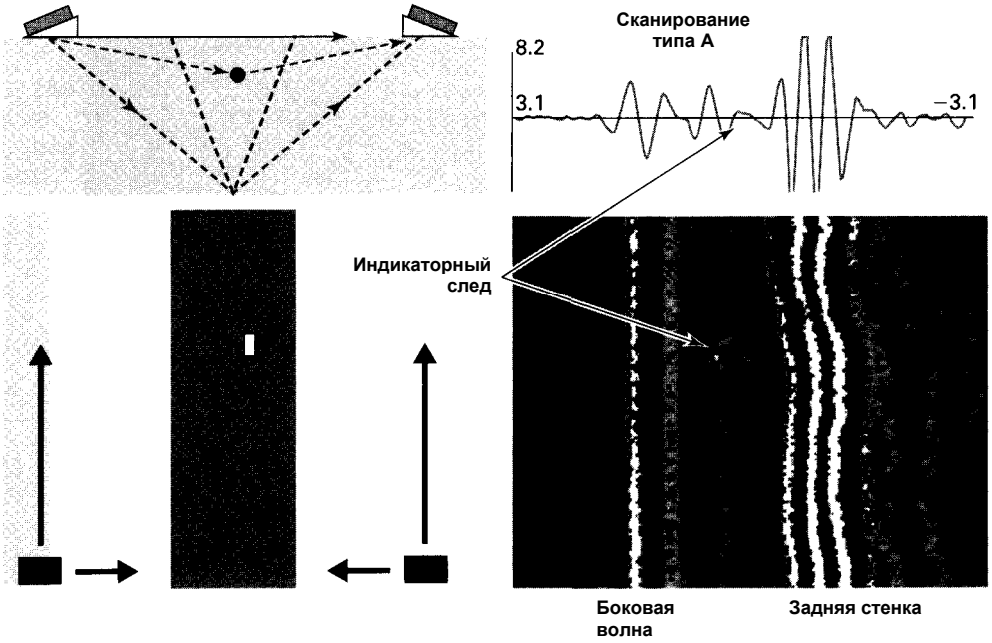


РИС. N-481(A) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ, РИСУНКА СКАНИРОВАНИЯ, ФОРМЫ ВОЛНЫ И ДИСПЛЕЙ TOFD С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ТОЧЕЧНОГО ДЕФЕКТА



N-480 ОЦЕНИВАНИЕ

В настоящем разделе представлены разнообразные изображения TOFD и интерпретация/толкование. К сожалению, существуют значительные различия между дефектами и настройками и отображениями TOFD, таким образом, следующие изображения следует использовать только для справок. Опыт и аналитические качества специалиста, выполняющего анализ, очень важны.

N-481 ИЗОБРАЖЕНИЯ ОТДЕЛЬНОГО ДЕФЕКТА

(a) Точечные дефекты [Рис. N-481(a)], такие как, например, пористость, могут быть представлены в виде одиночных полицикличных точек между боковыми сигналами и сигналами задней стенки. Точечные дефекты обычно изображаются в виде отдельно сигнала TOFD, так как данные высоты дефекта меньше внутреннего резонанса импульса (обычно несколько миллиметров в зависимости от частоты и затухания преобразователя). Точечные дефекты обычно представляют собой ветви параболы, когда сигнал падает к задней стенке.

(b) Внутренние (ВД) дефекты с глубоким разрушением поверхности [Рис. N-481(b)] не характеризуются прерыванием боковой волны, сигналом вблизи задней стенки и соответствующим прерыванием или разрывом задней стенки (в зависимости от размера дефекта).

(c) Приповерхностные разрывные дефекты [Рис. N-481(c)] представляют собой помехи в боковой волне. Дефекты вносят помехи в боковую волну, таким образом, TOFD может быть использован для определения того, является ли дефект поверхностно-разрывным или нет. Нижний сигнал может использоваться для измерения глубины дефекта. Если дефект не является поверхностно-разрывным, т.е. только приповерхностным, боковая волны не будет иметь прерванным характер. Если дефект расположен близко к поверхности и является мелким (то есть меньше времени прозвания боковой волны или глубиной несколько миллиметров), в этом случае дефект будет возможно неопределим методом TOFD. Изображение также показывает количество сигналов от точечных дефектов.

(d) Срединные внутренние дефекты [Рис. N-481(d)] показывают целые боковые сигналы и сигналы от задней стенки плюс дифракционные сигналы от верхней и нижней части дефекта. Вершинные эхо-сигналы дефекта формируют очень качественный профиль фактического дефекта. Размеры дефекта могут быть представлены только в черно-белой гамме, в то время как нижний эхо-сигнал является черно-бело-черным. Также необходимо помнить о том, что график гиперболы, который легко можно обнаружить с левой стороны верхнего эхо-сигнала; это явление имеет ряд общих черт с эффектом от точечного дефекта [см. N-481 (a)] и позволяет выполнить точное измерение длины дефектов [см. N-450(a)].

Если средний внутренний дефект имеет неглубокое залегание, т.е. меньше резонансного расстояния импульса от преобразователя (несколько миллиметров), в этом случае верхние и нижние вершинные сигналы не могут быть разделены. При этих обстоятельствах не возможно отличить верхнюю часть дефекта от нижней, таким образом, специалист, выполняющий анализ, может только сказать, что дефект меньше резонансного расстояния (которое зависит от частоты и затухания преобразователя и т.д.).

(e) Непровар корня шва [См. Рис. N-481(e)] имеет много общего с внутренним дефектом с поверхностным разрывом [см. N-481(b)]. Данный дефект обеспечивает формирование сильного дифрагированного сигнала (или правильнее выражаясь, отраженный сигнал) с фазовой инверсией от сигнала, отраженного от задней стенки. Необходимо помнить: факт того, что сигналы являются дифрагированными или отраженными, не является критичным для характеристики TOFD; в случае с анализом и определением размеров то же самое. Также необходимо помнить о том, что даже существуют помехи сигнала задней стенки, в этом случае задняя стенка является видимой по всему дефекту.

РИС. N-481(B) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА И ДИСПЛЕЯ TOFD С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ВНУТРЕННЕГО ДЕФЕКТА С ПОВЕРХНОСТНЫМ РАЗРЫВОМ

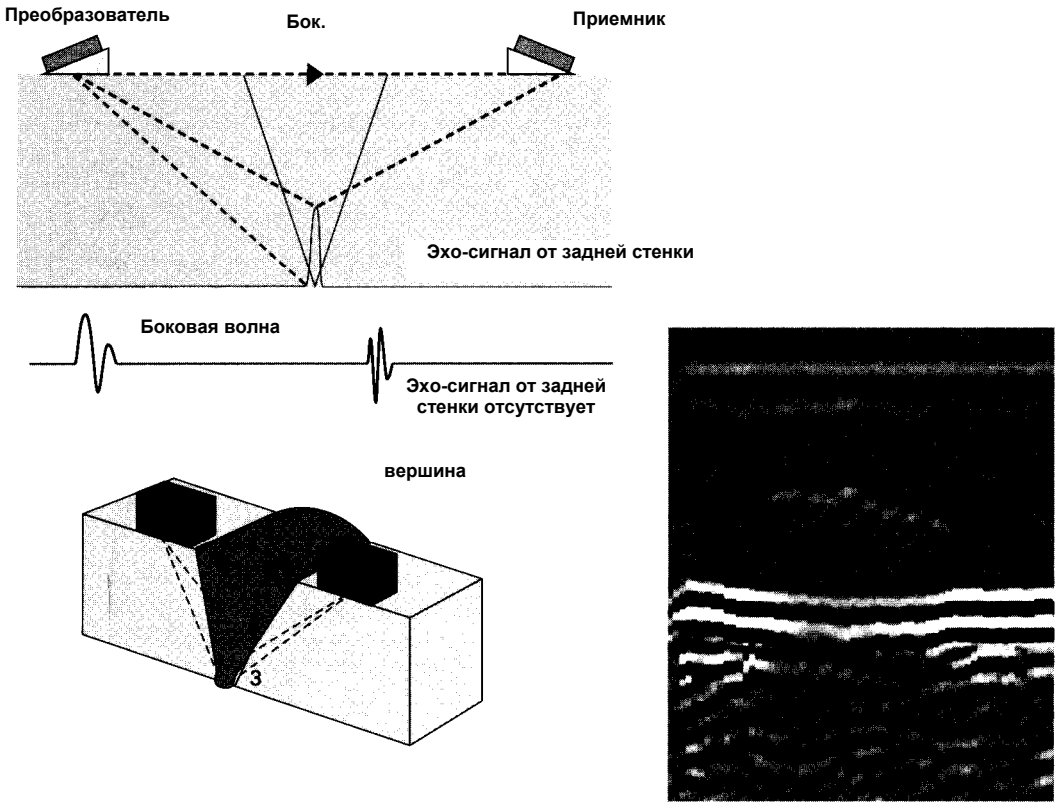


РИС. N-481(C) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА И ДИСПЛЕЯ TOFD С ИЗОБРАЖЕНИЕМ НАРУЖНОГО ДЕФЕКТА С ПОВЕРХНОСТНЫМ РАЗРЫВОМ

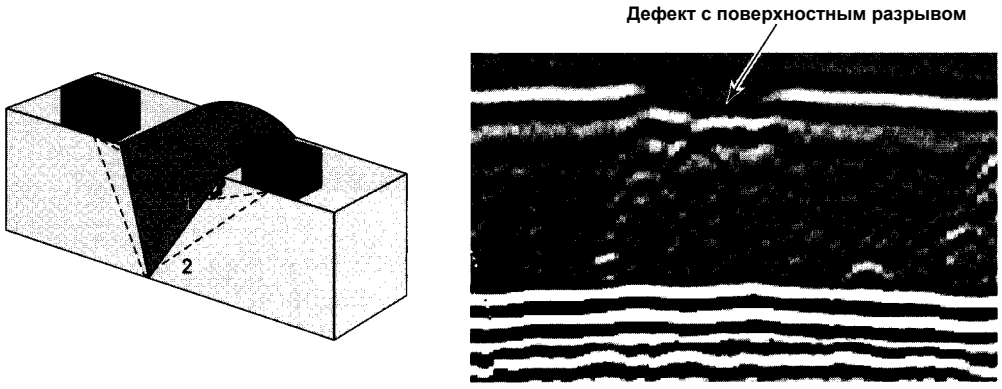


РИС. N-481(D) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА, СИГНАЛОВ И ДИСПЛЕЯ TOFD С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ВНУТРЕННЕГО СРЕДИННОГО ДЕФЕКТА

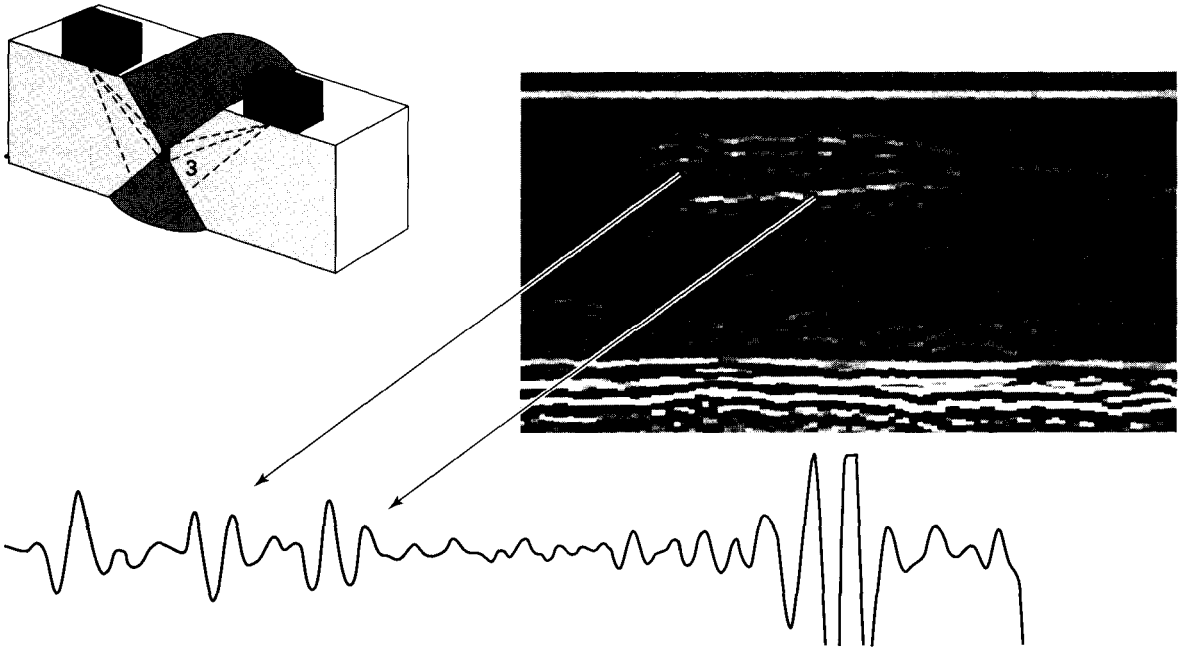


РИС. N-481(E) РАСПОЛОЖЕНИЕ ДЕФЕКТА И ДИСПЛЕЙ С ИЗОБРАЖЕНИЕМ НЕПРОВАРА ШВА

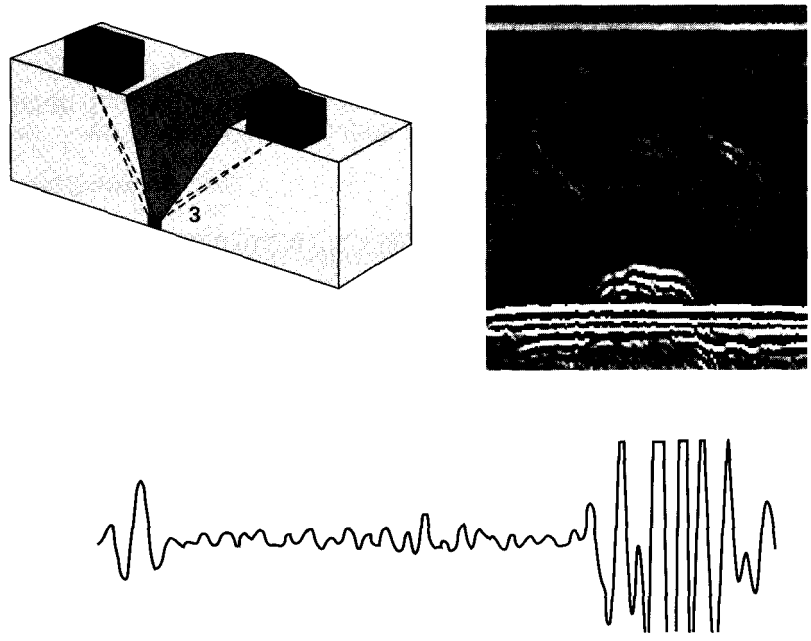


РИС. N-481(F) РАСПОЛОЖЕНИЕ ДЕФЕКТА И ДИСПЛЕЙ С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ВОГНУТНОГО КОРНЯ

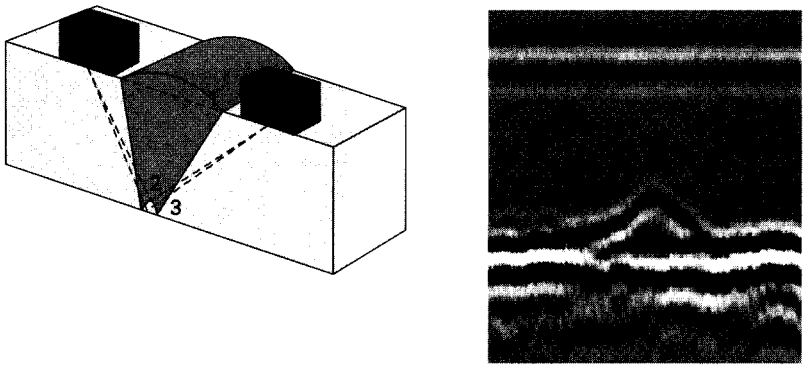
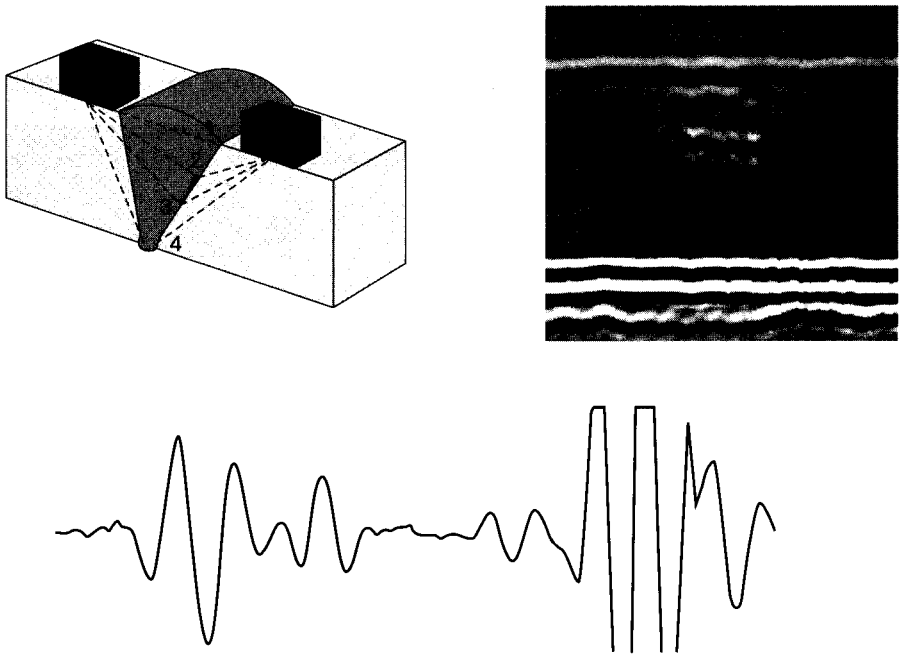


РИС. N-481(G) СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА, СИГНАЛОВ И ДИСПЛЕЯ TOFD С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ВНУТРЕННЕГО НЕПРОВАРА И СКАНИРОВАНИЕ ТИПА A



Материал также обнаруживает наличие небольших точечных дефектов и незначительный шум, обусловленный зернистостью пленки, который является обычным. Метод TOFD обычно представляет в преувеличенном виде небольшие точечные дефекты, которые, как правило, не определяются обычными эхо-импульсными методами, основанными на поперечных волнах.

(f) Дефекты вогнутого корня шва [См. Рис. N-481(f)] похожи на непроплавы в корне. Верхняя часть дефекта видна на изображении TOFD, в принципе, как и вся форма. Сигнал от обратной стенки отличается некоторыми колебаниями.

(g) Непроплав боковой стенки [См. Рис. N-481(g)] похож на внутренний срединный дефект [см. N-481(d)] с двумя отличиями. Во-первых, дефект находится под тем же углом, что и граница проплавления, таким образом, TOFD фактически не зависит от ориентации, которая не является проблемой для TOFD. Во-вторых, сигнал верхнего дефекта частично скрыт боковой волной данного конкретного дефекта. В данном случае верхний вершинный сигнал может быть определен, так как амплитуда сигнала боковой волны с заметной степенью увеличивается. Однако,

РИС. N-481(H) РАСПОЛОЖЕНИЕ ДЕФЕКТА И ДИСПЛЕЙ С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ПОРИСТОСТИ

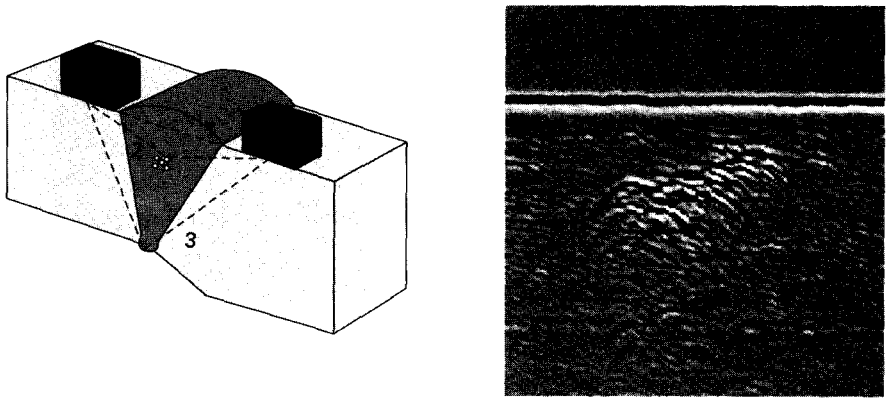
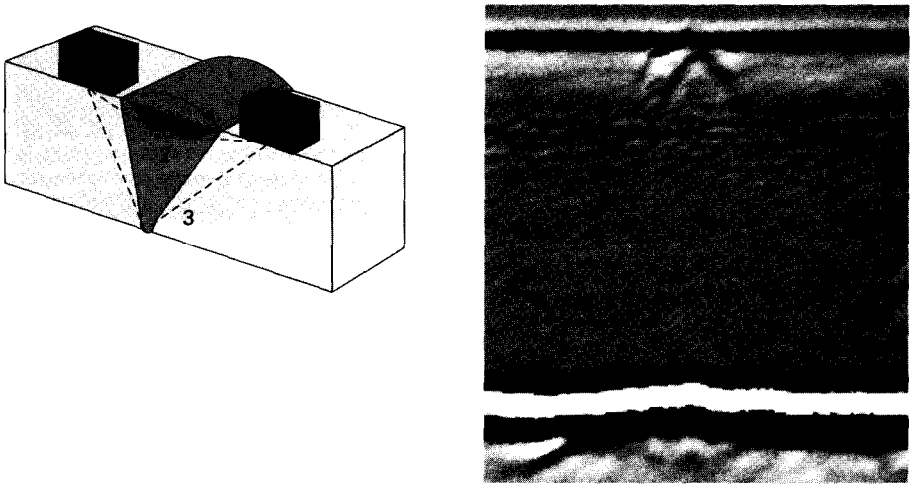


РИС. N-48KD РАСПОЛОЖЕНИЕ ДЕФЕКТА И ДИСПЛЕЙ С ИЗОБРАЖЕНИЕМ ПОПЕРЕЧНОЙ ТРЕЩИНЫ



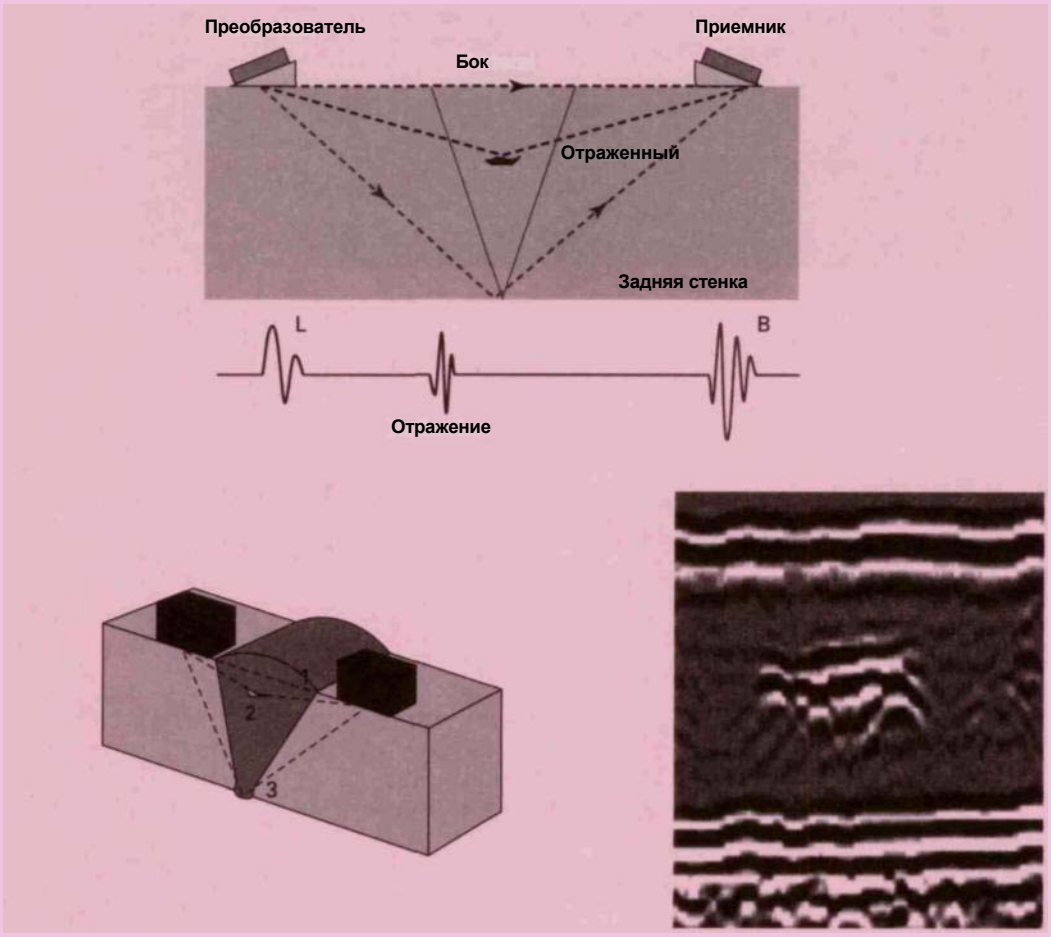
если это было бы не так, в этом случае специалист, выполняющий анализ, не смог бы с точностью промерить глубину дефекта.

(h) Пористость [См. Рис. N-481(h)] представляет собой совокупность гипербол различной амплитуды, которые похожи на точечный дефект [см. N-481(a)]. Гиперболы TOFD накладываются друг на друга, так как отдельные поры очага пористости находятся друг от друга на близком расстоянии. Данное обстоятельство не дает возможности выполнить точный анализ. Однако уникальная природа изображения позволяет охарактеризовать сигналы как "небольшие множественные точечные дефекты", т.е. пористость.

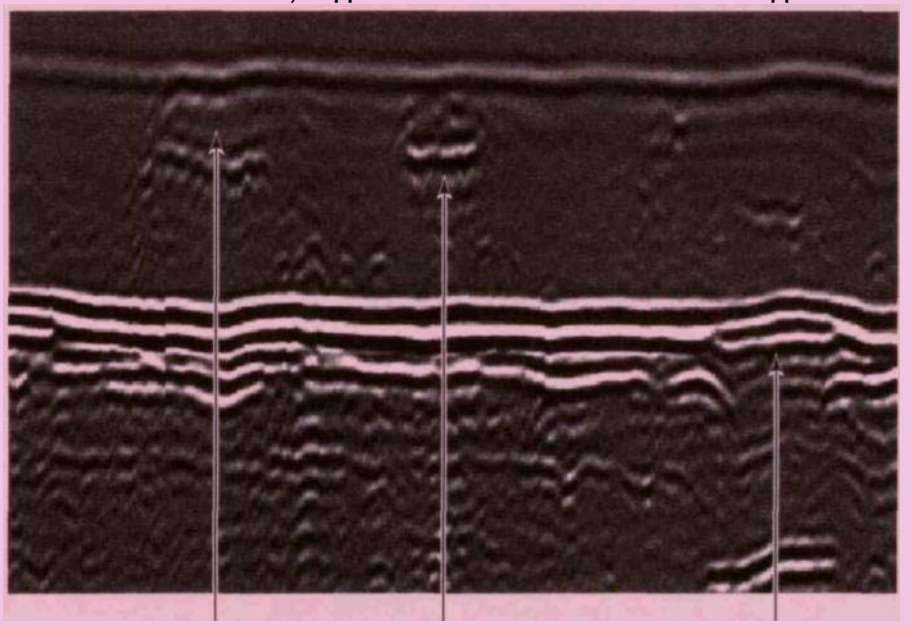
(i) Поперечные трещины [См. Рис. N-481(i)] похожи на точечный дефект [см. N-481(a)]. Данные сканирования TOFD представляют собой обычную гиперболу. Как правило, невозможно отличить поперечные трещины от приповерхностной пористости с помощью TOFD; требуется дальнейшее выполнение контроля.

(j) Непроплав в межваликовом западании [См. Рис. N-481(j)] представляет собой отдельный сигнал с высокой амплитудой в среднестенной зоне. Если сигнал отличается продолжительностью, в этом случае его легко отличить от пористости или точечных источников. Не представляется возможным отличить верхнюю часть от нижней, так как они не существуют как таковые. Необходимо помнить об ожидаемом фазовом изменении от боковой волны. Сигналы непроплава в межваликовом западании являются как правило слабыми.

РИС. N-48KJ СХЕМАТИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТА И ДИСПЛЕЙ TOFD С УКАЗАНИЕМ ИЗОБРАЖЕНИЯ НЕПРОПЛАВА В МЕЖВАЛИКОВОМ ЗАПАДАНИИ



A08 РИС. N-482(A) СХЕМАТИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И ИЗОБРАЖЕНИЯ TOFD С УКАЗАНИЕМ БОКОВОЙ ВОЛНЫ, ЗАДНЕЙ СТЕНКИ И ТРЕХ ИЗ ЧЕТЫРЕХ ДЕФЕКТОВ

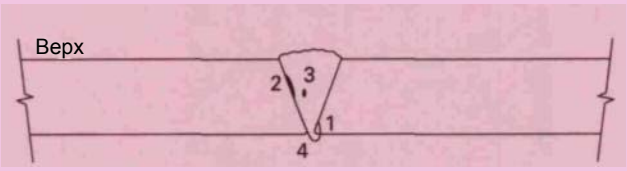


2- Непроплав боковой стенки | 3-Шлак | 4 – Непроплав корня шва

N-482 **Множественные изображения дефекта**

Изображения TOFD швов с дефектами содержат по 4 дефекта каждый.

N-482.1 Пластина 1 [Рис. N-482(a)]



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Трещина на корне шва (справа): ~ 1,6-2,5 дюйма(40-64 мм) с одного конца.
2. Непроплав боковой стенки (по середине слева): ~ 4-5 дюймов(100-125 мм).
3. Шлак: ~ 6,4-7,2 дюймов (163 -183 мм).
4. Непроплав на корне шва (слева): - 9,3-10,5 дюйма(237 -267 мм).

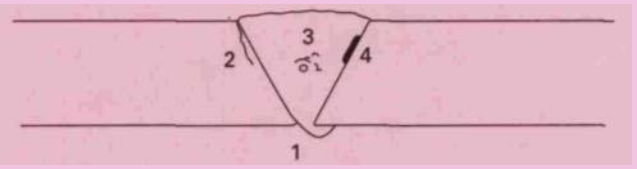
На Рис. N-482(a) вполне определенно показаны существенные преимущества TOFD (определение дефекта внутреннего дефекта стенки, определение размеров), ограничения, вызванные мертвыми зонами, а также:

(a) непроплав в боковой стенке ярко выражен, равно как и шлак.

A08 *(b)* непроплав корня шва выявить нелегко, хотя он повредил заднюю стенку. Это неудивительно в мертвой зоне задней стенки вследствие поперечно-перпендикулярной диффрагированной волны. Данный пример иллюстрирует тот факт, что полученная информация может стать ценной позднее, однако на этот момент данная инструкция по интерпретации данных не распространяется.

(c) трещина на корне шва не видна вследствие мертвой зоны задней стенки.

N-482.2 Пластина 2 [Рис. N-482(b)]



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Непроплав на корне шва (слева): ~ 0,6-0,8 дюйма (15-45 мм) с одного конца.
2. Внешняя продольная трещина (вверху слева): ~ 3-4 дюйма (80 -100 мм).
3. Пористость: ~ 5,5-6,25 дюйма(140 -160 мм).
4. Непроплав боковой стенки (вверху справа): - 8-9,25 дюйма(200 -235 мм).

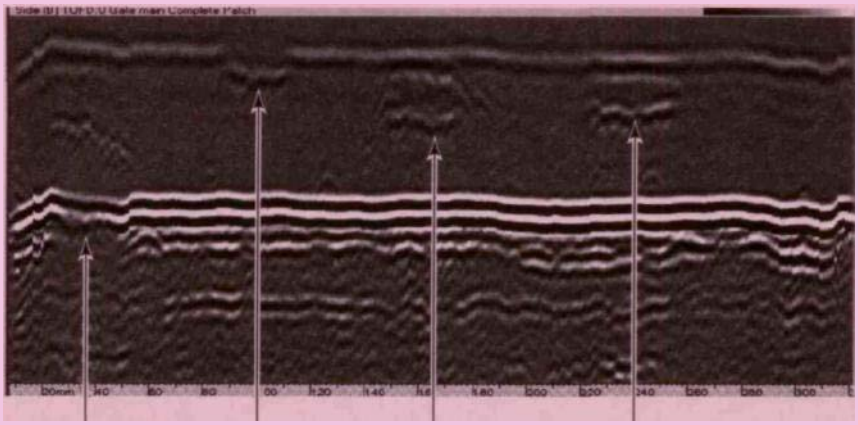
Рис. N-482(b) показывает то, что:

(a) все четыре дефекта могут быть определены

(b) непровар на корне шва вполне отчетливо представлен на данном рисунке сканирования, потому что он расположен глубже. Вида как флуктуация от задней стенки, так и вершинные сигналы дефекта.

(c) верхняя продольная трещина отчетливо видна (полное прерывание боковой волны и нижний вершинный сигнал). Непроплав на корне и верхняя продольная трещина могут быть определены, так как поверхность имеет прерывистую структуру (прерывание боковой волны и сигнал от задней стенки соответственно).

РИС. N-482(B) СХЕМАТИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И ИЗОБРАЖЕНИЯ TOFD С УКАЗАНИЕМ БОКОВОЙ ВОЛНЫ, ЗАДНЕЙ СТЕНКИ И ЧЕТЫРЕХ ДЕФЕКТОВ



1 – Непроплав корня шва 2–Продольная трещина 3 - Пористость 4- Непроплав боковой стенки

(d) пористость представляет собой совокупность сигналов. Концентрацию пористости сложно охарактеризовать надлежащим образом только с помощью сканирования TOFD, поскольку его можно идентифицировать как шлак или плоский дефект.

(e) непроплав боковой стенки отчетливо виден и может быть с легкостью измерен с помощью курсоров.

N-483 Основные вопросы, связанные с интерпретацией TOFD

Изображения TOFD могут быть искажены неправильными настройками или другими явлением такими, как электрический шум. Следующие изображения были сняты с одной и той же пластины для того, чтобы показать проблемы, которые могут произойти. Начинать с приемлемым типом сканирования, затем попробовать другие типы сканирования для представления различных нарушений этого изображения.

(a) Приемлемый вид сканирования [Рис. N-483(a)]. Настройки усиления и канала должны быть на соответствующем уровне. Электрический шум на минимуме.

(b) Несоответствующие низкие настройки усиления [Рис. N-483(b)]. Сигналы боковой волны и определенных дифрагированных сигналов начинают исчезать. При более низких уровнях усиления некоторые дифрагированные сигналы станут необнаруживаемыми.

(c) Несоответствующие высокие настройки усиления [Рис. N-483(c)]. Уровень шума увеличивается для глушения дифрагированных сигналов; это может привести к малой вероятности идентификации и неправильному определению размеров. Высокие уровни шума могут также возникать из больших зерен. В этом случае решение - снизить ультразвуковую частоту.

(d) Правильные настройки канала являются важными, потому что сканирование типа A TOFD непросто интерпретировать, так как существуют множественные видимые сигналы. Как минимум каналы должны включать сигнал боковой волны и сигнал задней стенки продольной волны; канал может растянут до задней стенки поперечной волны, если это требуется. Как правило, сигнал, который лучше всего применять в качестве отправной точки, - это задняя стенка (продольная волна), поскольку он сильный и всегда наличествует (предполагая, что разделение преобразователя является правильным). Следующие рисунки содержат примеры неправильного позиционирования канала, которое, как правило, ведет к ненадлежащему определению дефектов.

Первый пример, Рис. N-483(d)(l), содержит изображение канала с ранней настройкой, боковая волна видна, а задняя стенка не видна. Любые внутренние дефекты, расположенные рядом с задней стенкой, будут пропущены.

Второй пример, Рис. N-483(d)(2), содержит изображение канала с поздней настройкой. Боковая волна не видна. Первый сигнал - это задняя стенка. Второй сигнал - это задняя стенка поперечной волны. С такой настройкой все внешние приповерхностные дефекты будут пропущены.

Третий пример, Рис. N-483(d)(3), содержит изображение канала с длительной настройкой. Несмотря на то, что это является с технической точки зрения неправильным, изображение представляет дифрагированный сигнал с поперечно-срезной волной от задней стенки. Эти волны типа S-S могут содержать дополнительную и поверочную информацию. Дифрагированные поперечные волны показывают пористость более точно по сравнению с дифрагированными продольными волнами. Существует сильный обменный сигнал, который формируется до канала поперечной волны, что может повлечь за собой проблемы с интерпретацией. Как правило, канал настраивается на достаточно короткое расстояние для включения только задней стенки боковой волны и продольной волны для уточнения результатов толкования.

(e) Неправильное разделение (слишком далеко друг от друга) преобразователя [Рис. N-483(e)] ведет к искажению сигнала задней стенки, боковая волна становится слабее. Ряд амплитуд дифрагированного сигнала снижается.

(f) Неправильное разделение преобразователя (слишком близко друг к другу) [Рис. N-483(f)] ведет к усилению боковых волн и ослаблению сигнала задней стенки. Изображения TOFD дефектов несоответствующего качества.

(g) Если преобразователи не центрованы на шве [Рис. N-483(g)], в этом случае амплитуды дифрагированного сигнала

РИС. N-483(A) ПРИЕМЛЕМЫЕ УРОВНИ ШУМА, ДЕФЕКТЫ, БОКОВАЯ ВОЛНА И ПРОДОЛЬНАЯ ВОЛНА

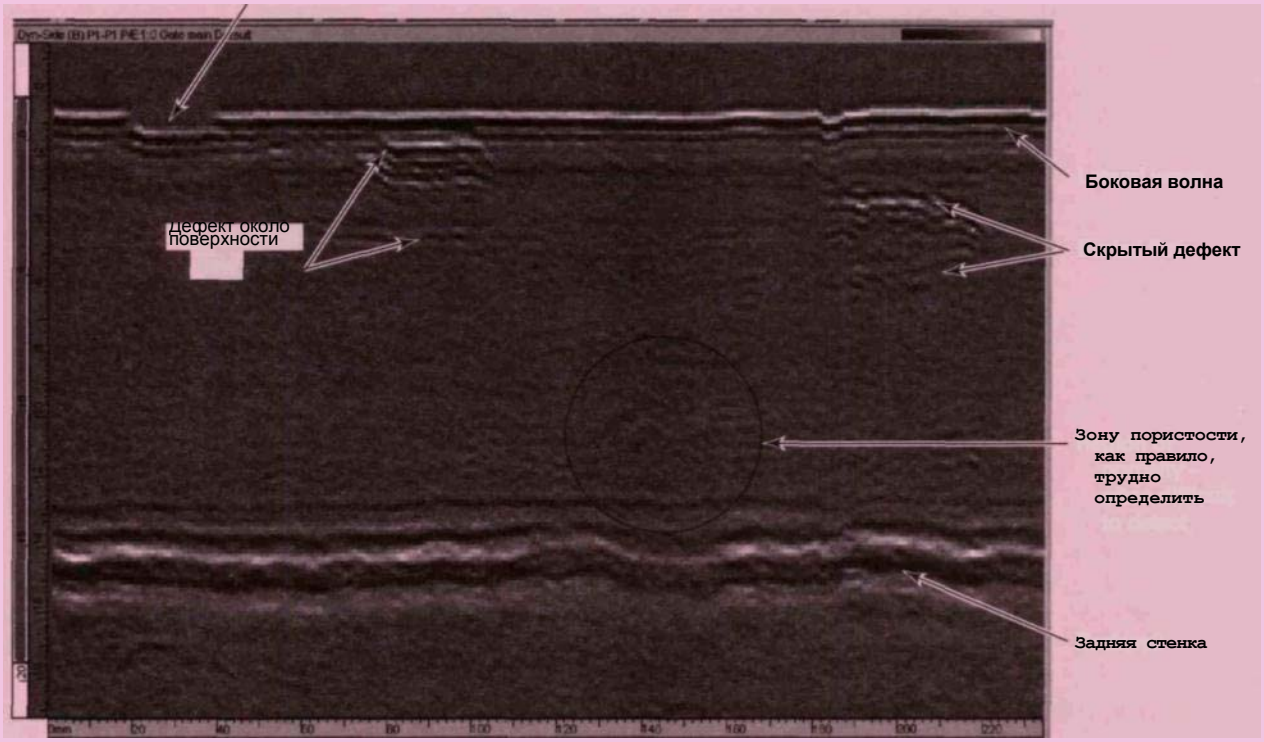


РИС. N-483(B) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD, СЛИШКОМ НИЗКИЙ УРОВЕНЬ УСИЛЕНИЯ

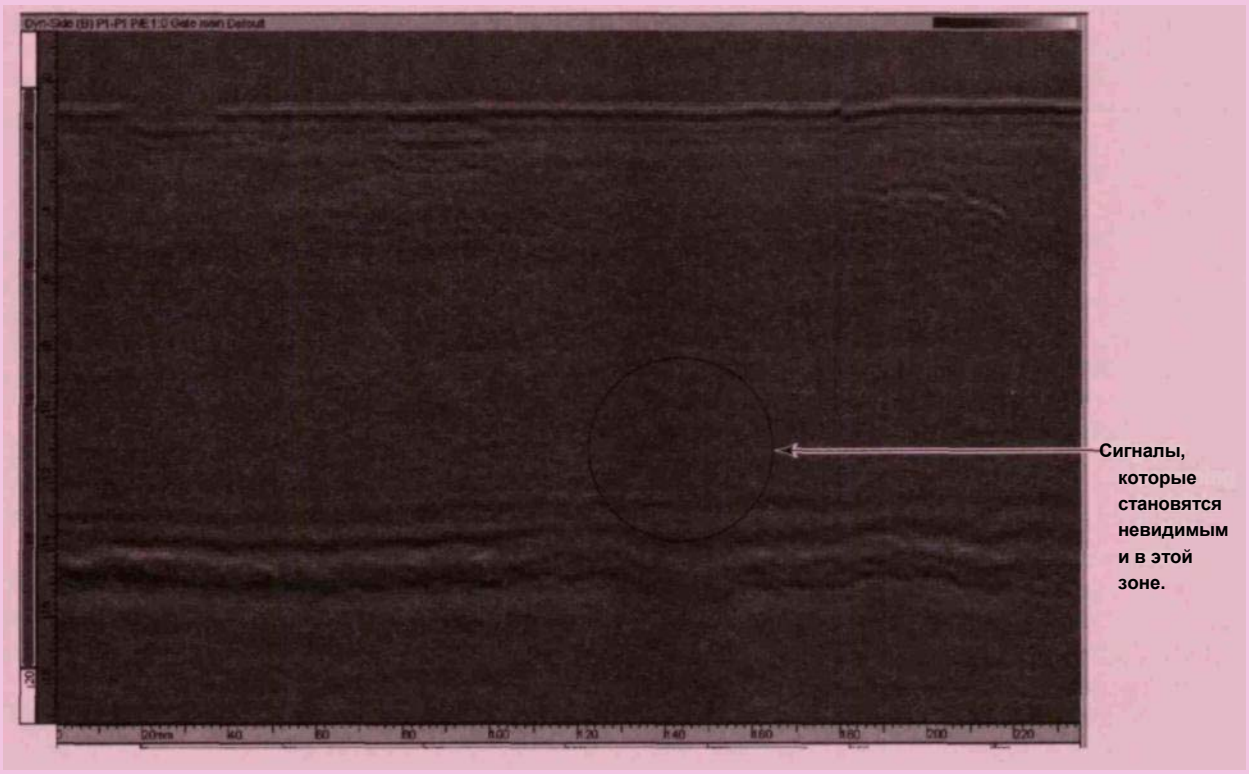


РИС. N-483(C) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD С ВЫСОКИМ УСИЛЕНИЕМ

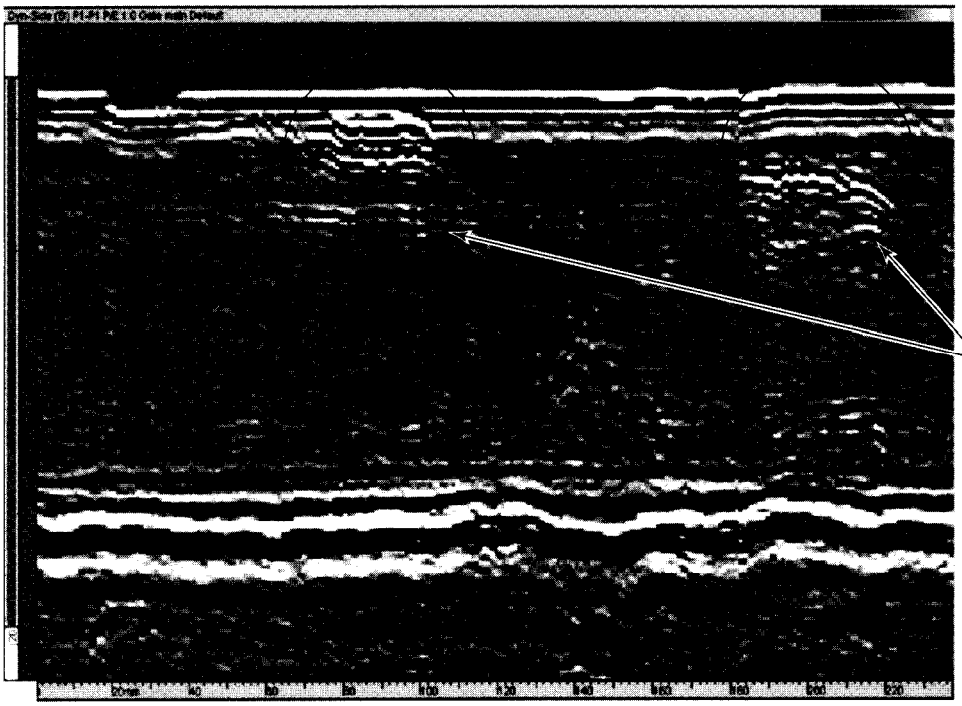


РИС. N-483(D)(L) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD С РАННИМ КАНАЛОМ

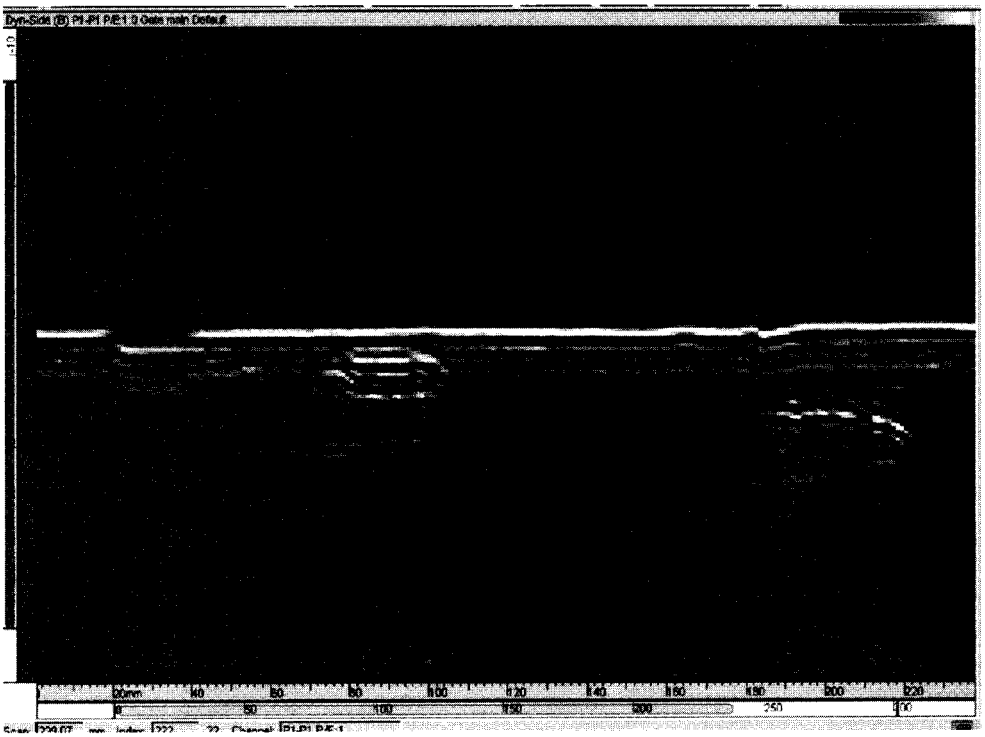


РИС. N-483(D)(2) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD С ПОЗДНИМ КАНАЛОМ

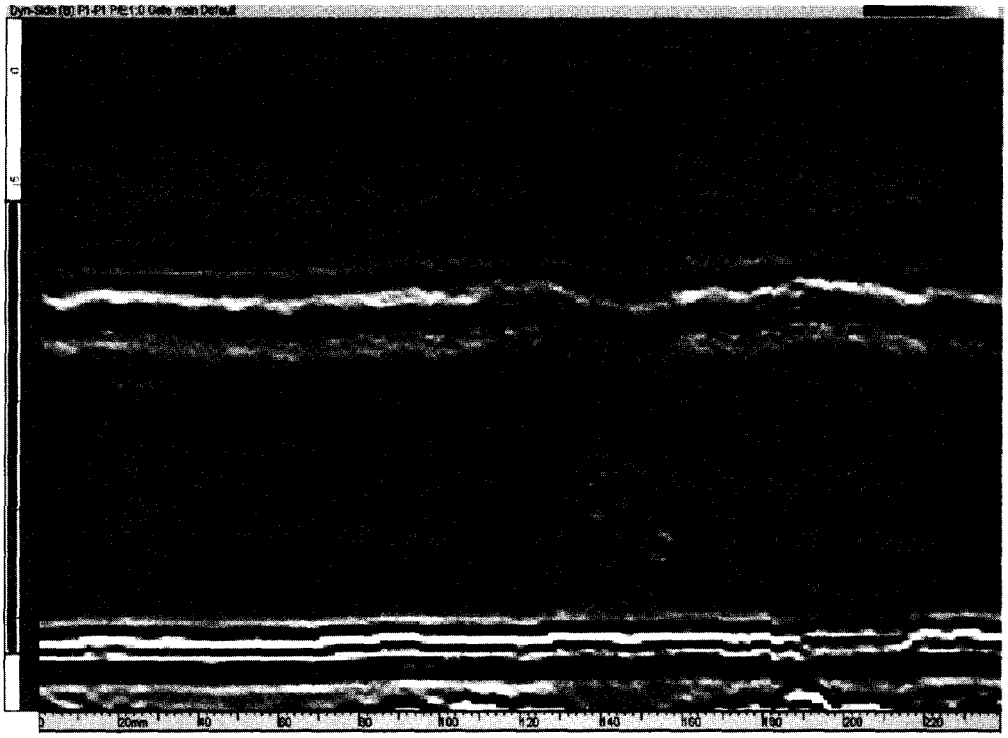


РИС. N-483(D)(3) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD С ДЛИТЕЛЬНЫМ КАНАЛОМ

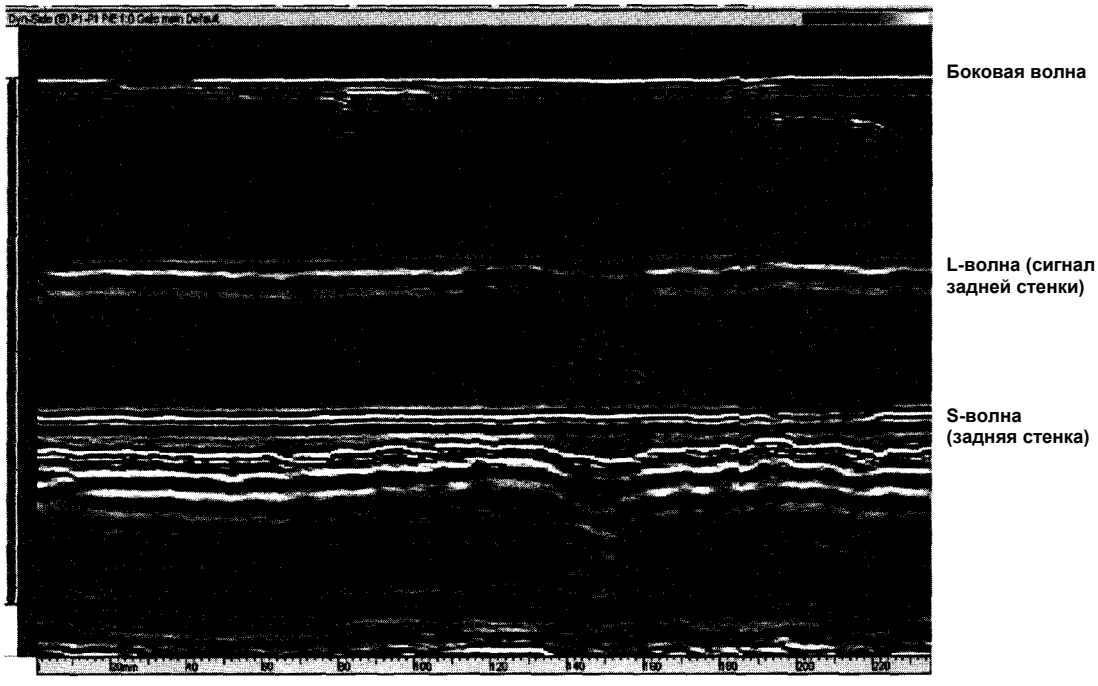
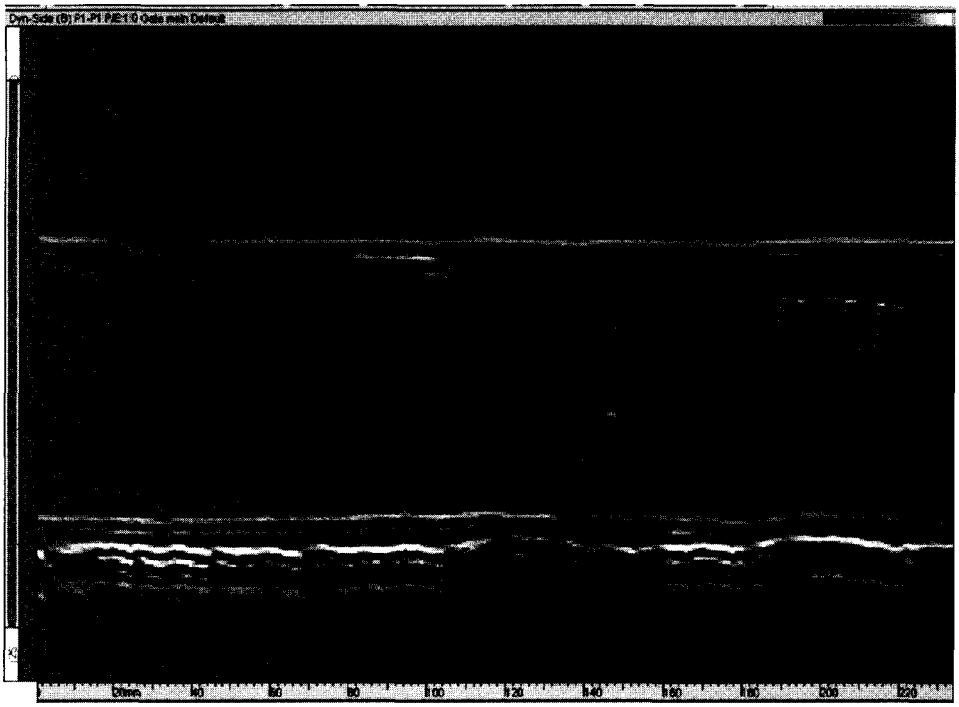
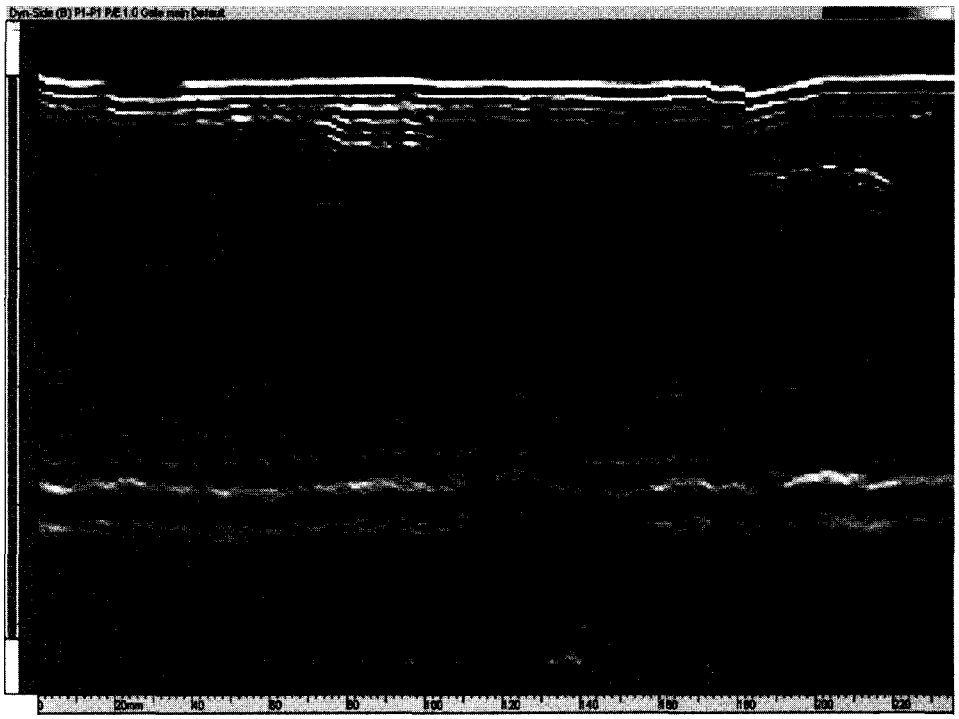


РИС. N-483(E) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ ДАЛЕКО ДРУГ ОТ ДРУГА



Искаженная L-волна (сигнал от задней стенки)

РИС. N-483(F) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ БЛИЗКО ДРУГ К ДРУГУ



Сильная боковая волна

Слабая L-волна (сигнал задней стенки)

РИС. N-483(G) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD С НЕЦЕНТРИРОВАННЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ОТНОСИТЕЛЬНО ОСИ ШВА

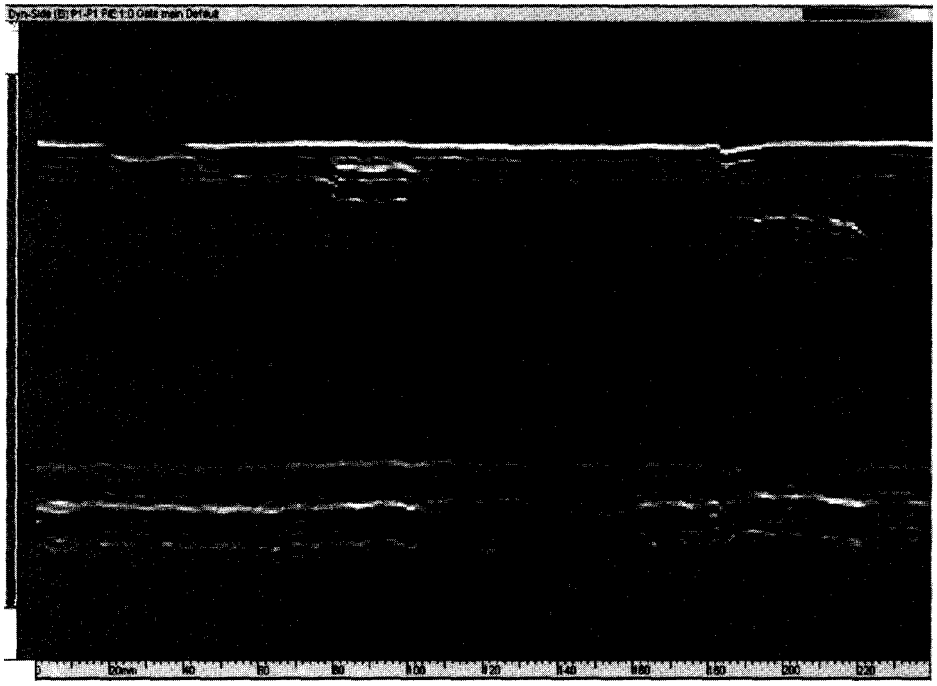
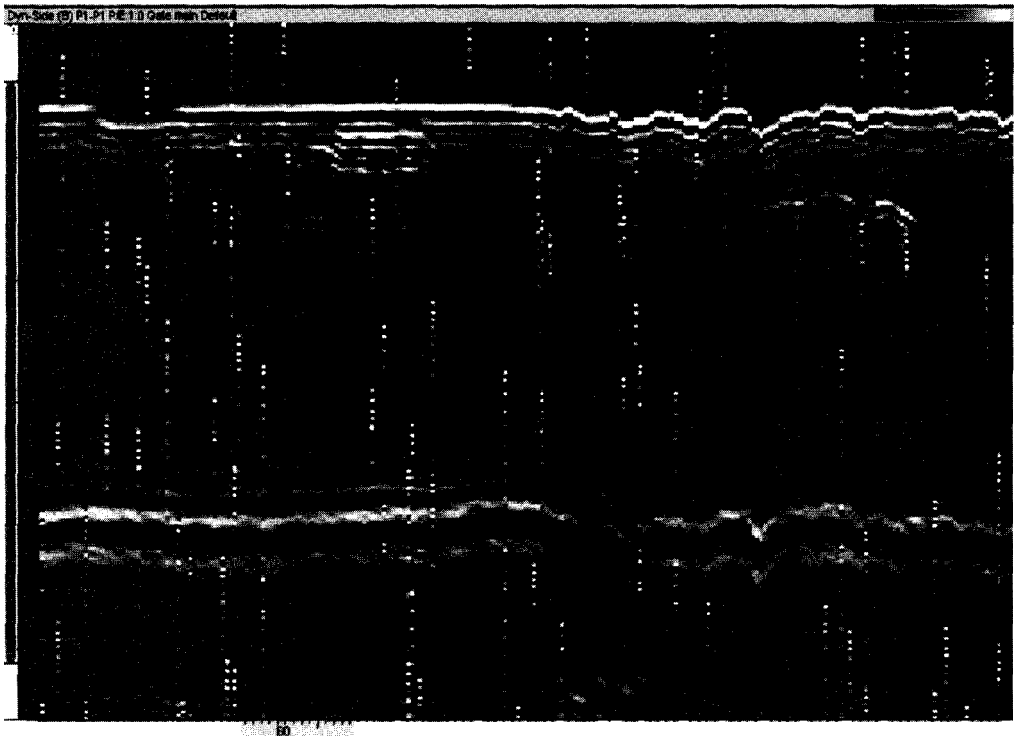


РИС. N-483(H) ИЗОБРАЖЕНИЕ TOFD, НА КОТОРОМ ПОКАЗАНА ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ШУМА



будут снижаться до точки, в которой определение дефекта невозможно.

(h) Уровни шума [Рис. N-483(h)] могут серьезно повлиять на результаты толкования TOFD. Источниками шума может быть электрическое, ультразвуковое оборудование, зерна и связи. Обычно ультразвуковой шум и шум, обусловленный зернистостью, появляются по всему изображению TOFD. Электрический шум представляет собой интерференционную картинку в зависимости от источника шума. Если электрический шум выше определенной точки, в этом случае толкования становится практически невозможным.

СТАТЬЯ 5
МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ

Т-510 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данная статья содержит требования или ссылки на требования, которые должны использоваться при выборе и разработке инструкций по ультразвуковому контролю деталей, компонентов, материалов и толщин. Если ссылки даются на документы SA, SB и SE, в этом случае они располагаются в Статье 23. Необходимо обращаться к разделу соответствующих Норм и Правил за особыми требованиями касательно следующего:

(a) требования к аттестации / сертификации персонала

(b) требования процедуры/демонстрационные, квалификационные испытания, приемка

(c) характеристики системы контроля

(d) сохранение и проверка калибровочных образцов

(e) глубина контроля и/или объем сканирования

(f) критерии приемки

(g) ведение протоколов (h) требования к отчету

Определения терминов, используемые в данной статье, содержатся в Обязательном приложении III к данной статье.

Т-520 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Т-521 Основные требования

Требования данной статьи должны применяться вместе со статьей 1, Общие требования.

Т-522 Официальные требования процедуры

Т-522.1 Требования. Ультразвуковой контроль должен выполняться в соответствии с письменной процедурой, которая должна, как минимум, содержать требования, представленные в Таблице Т-522. Письменная процедура устанавливает одиночное значение или диапазон значений по каждому требованию.

07 **Т-522.2 Квалификационные испытания процедуры.** Если в соответствии с соответствующим разделом Норм и Правил требуются квалификационные испытания процедуры, в этом случае изменение требования в Таблице Т-522, которое является существенной *переменной*, изменяющейся относительно заданной величины, требует повторной квалификации письменной процедуры. Изменение требования (несущественной переменной относительно заданной величины или диапазона величин) не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения существенных или несущественных переменных относительно величины или диапазона величин, которые указаны в письменной процедуре, требуют пересмотра или внесения дополнения в процедуру.

Т-530 ОБОРУДОВАНИЕ

Т-531 Прибор УЗК

Должен использоваться эхо-импульсный тип ультразвукового прибора. Прибор УЗК должен работать на частотах от 1 МГц до 5 МГц. Он также должен быть оснащен пошаговой регулировкой усиления (2.0 ДБ или менее). Если прибор УЗК оснащен управлением демпфированием, он может быть использован при условии, что он не снижает чувствительность контроля. Управление подавлением должно быть отключено при всех видах контроля, если не может быть доказано, что это оказывает отрицательного воздействия на линейные свойства контроля.

Т-532 Искатели

Номинальная частота должна соответствовать диапазону от 1 МГц до 5 МГц, если переменные величины (зернистая структура материала) не требуют использования других частот для обеспечения соответствующего проникновения или лучшего разрешения. Искатели с фасонными контурными контактными призмами могут использоваться для улучшения ультразвукового контакта.

Т-533 Контактная среда

Т-533.1 Общие положения. Связующее вещество, включая добавки, не должно оказывать отрицательного воздействия на свойства контролируемого материала.

Т-533.2 Контроль примесей.

(a) Контактные среды, используемые на сплавах на основе никеля, должны иметь содержание серы максимум 250 частей на миллион.

(b) Связующие вещества, используемые на аустенитных нержавеющих сталях или титане, должны иметь содержание галоидных соединений максимум 250 частей на миллион (хлориды и фториды).

Т-534 Требования к калибровочному образцу

Материал, из которого изготовлен образец, должен совпадать с исследуемым материалом по типу, техническим требованиям, группе Р- номера и термообработке.

ТАБЛИЦА Т-522
ПЕРЕМЕННЫЕ ВЕЛИЧИНЫ МЕТОДИКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

Требование	Значимая переменная величина	Незначительная переменная величина
Типы материала и конфигурации, подлежащие контролю, включая толщину, размеры и тип изделия (отливки, поковки, листовой металл и т.д.)	X	…
Требования к аттестации персонала	…	X
Требования к работе персонала (если требуется)	X	…
Поверхности, на которых выполняется контроль	X	…
Состояние поверхности (проверочная поверхность, калибровочный образец)	…	X
Контактная среда: торговая марка или тип	…	X
Метод(ы) (прямой луч, луч под углом, контактный и/или погружением)	X	…
Угол(углы) и режим(ы) распространения волны в материале	X	…
Тип(ы) искателей, частота(ы) и размер(ы)/форма(ы) элемента	X	…
Специальные искатели, сегменты, колодки или седла, если таковые используются	X	…
Прибор УЗК	X	…
Калибрование [калибровочные образцы и метод(ы)]	X	…
Направления и объем сканирования	X	…
Оборудование автоматической сигнализации и/или записи по применимости	…	X
Сканирование (ручной / автоматический способ)	X	…
Метод определения размера признаков дефекта	X	…
Компьютерный расширенный сбор данных (если требуется)	X	…
Записываемые данные, включая минимальные данные калибрования, которые подлежат регистрации (например, настройки ПРИБОР УЗК)	…	X
Наложение сканирование (только снижение)	X	…

В данном параграфе материалы с Р-числом 1,3,4 и 5 считаются эквивалентными. Окончательная отделка сканируемых поверхностей образца должна быть характерной для отделки сканируемых поверхностей на изделии, подлежащем контролю.

Т-534.1 Калибровочные образцы трубчатого сечения

(a) Калибровочные отражатели должны представлять собой продольные (осевые) надрезы и должны иметь длину, не превышающую 1 дюйма (25 мм), ширина не должна превышать (1,5 мм), а глубина 0,004 дюйма (0,10 мм) или 5% номинальной толщины стенки в зависимости оттого, что больше.

(b) Образец должен иметь достаточную длину для имитации операций, производимых с контролируемым изделием при помощи прибора УЗК.

Т-534.2 Калибровочные образцы для отливки. Калибровочный образец должен иметь такую же толщину ±25%, что и контролируемая отливка.

Т-534.3 Калибровочные образцы для материала метизов[1] и методы контроля. Калибровочные образцы в соответствии с Рис. Т-534.3 должны использоваться для контроля прямым лучом.

[1]Понятие "крепеж", которое используется в данной Статье, является собирательным для метизов с резьбой, которые могут использоваться в болтовом фланцевом соединении (болт, шпилька, шплинт, винт с головкой и т.д.).

Т-560 КАЛИБРОВАНИЕ

Т-561 Проверка линейности прибора УЗК

Требования Т-561.1 и Т-561.2 должны выполняться с интервалами, не превышающими 3-х-месяцев для прибора УЗК аналогового типа и одного год для цифрового прибора УЗК или до начала первого использования.

Т-561.1 Линейность высоты экрана. Линейность высоты экрана прибора УЗК для ультразвукового контроля (исключая приборы УЗК, используемые для измерения толщины) должна оцениваться в соответствии с Обязательным Приложением **I** Статьи 4.

Т-561.2 Линейность управления амплитудой. Линейность управления амплитудой прибора УЗК для ультразвукового контроля (исключая приборы УЗК, используемые для измерения толщины) должна оцениваться в соответствии с Обязательным Приложением II Статьи 4.

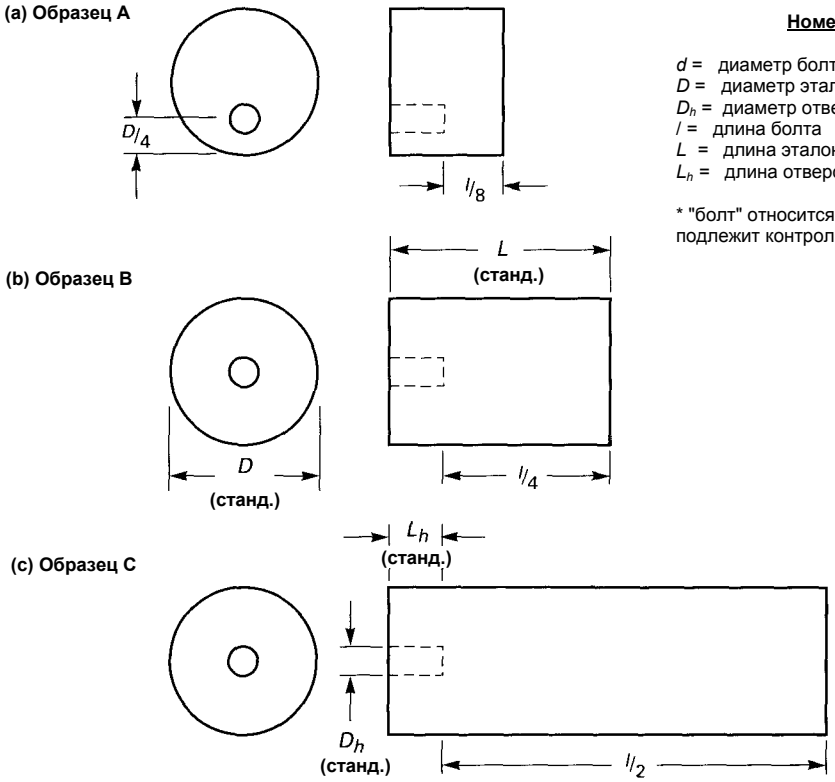
Т-562 Общие требования к калиброванию

Т-562.1 Ультразвуковая система. Калибрование распространяется на всю ультразвуковую систему и должно выполняться до использования системы в контролируемом диапазоне толщины.

Т-562.2 Поверхность калибрования. Калибрование выполнять на поверхности (плакированной или неплакированной; вогнутой или выпуклой) соответствующей поверхности детали, со стороны которой осуществляется контроль.

Т-562.3 Контактная среда. При калибровке должно применятся то же связующее вещество, что и во время контроля.

РИС. Т-534.3 КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ПРЯМОГО ЛУЧА ДЛЯ КРЕПЕЖА



Номенклатура

d = диаметр болта
D = диаметр эталона
D_h = диаметр отверстия с плоским дном
l = длина болта
L = длина эталона
L_h = длина отверстия с плоским дном

* "болт" относится к материалу, который подлежит контролю (крепеж)

Диаметр материала крепежа, который подлежит контролю (*d*)	Диаметр эталона *(D)*	Диаметр отверстия с *плоским дном* (D_h)
До 1 дюйма (25 мм)	$d \pm {}^{d}/_{4}$	$^{1}/_{16}$ дюйма (1,5 мм)
Свыше 1 дюйма (25 мм) до 2 дюймов (50 мм)	$d \pm {}^{d}/_{4}$	$^{1}/_{8}$ дюйма (3 мм)
Свыше 2 дюймов(50 мм) до 3 дюймов (75 мм)	$d \pm {}^{d}/_{4}$	$^{3}/_{16}$ дюйма (5 мм)
Свыше 3 дюймов(75 мм) до 4 дюймов (100 мм)	$d \pm {}^{d}/_{4}$	$^{5}/_{16}$ дюйма (8 мм)
Свыше 4 дюймов (100 мм)	*d* ± 1 дюйм (25 мм)	$^{3}/_{8}$ дюйма (10 мм)

Обозначение эталона	Глубина отверстия с плоским дном (L_h)
A	1,5 дюйма (38 мм)
B	0,5 дюйма (13 мм)
C	0,5 дюйма (13 мм)

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: Может применяться допуск ±5%.

T-562.4 Контактные призмы. При калибровке должны применяться те же контактные призмы, что и во время контроля.

T-562.5 Система управления прибором УЗК. Все средства управления, влияющие на линейность прибора УЗК (например, фильтры, отклонение или ограничение) должны иметь одинаковые настройки в процессе калибрования, при проверках калибрования, проверках линейности прибора УЗК и контроле.

T-562.6 Температура. При контактном контроле температурный перепад между калибровочным образцом и контролируемыми поверхностями должен быть не более 25 °F (14°C). Для иммерсионного контроля температура контактной среды для калибрования должна быть не более 25 °F (14°C) температура связующего вещества для контроля. Для контроля погружения температура контактной среды для калибрования должна составлять примерно 25°F (14°C) температуры контактной среды для контроля.

T-563 Подтверждение калибрования

T-563.1 Системные изменения. Если какая-либо часть системы контроля изменяется, в этом случае должна быть выполнена проверка калибровки на калибровочном образце для установления того, что точки диапазона расстояния и настройки чувствительности удовлетворяют требованиям T-563.3.

A08 **T-563.2 Проверка калибрования.** Проверка калибрования как минимум на одном отражателе образца или проверка с использованием имитатора, должны быть выполняться по окончании контроля или ряда проверок, а также после замены персонала, проводящего испытания (кроме автоматического оборудования). Регистрируемые значения диапазона расстояния и настройки чувствительности должны отвечать требованиям T-563.3.

ПРИМЕЧАНИЕ: Можно проводить промежуточную проверку калибровки в промежутке между необходимой первичной калибровкой и окончательной проверкой калибровки. Решение о проведении промежуточной проверки калибровки должно основываться на показателях стабильности ультразвукового инструментария по аналогии с цифровым. При необходимости проводить повторную проверку, если промежуточная проверка калибровки проводиться не будет.

T-563.2.1 Проверки с имитатором. Все проверки с имитатором, которые имеют место быть, должны быть взаимоувязаны с первоначальным калиброванием на образце во время такого калибрования. Проверки с имитатором могут включать различные типы калибровочных отражателей или образцов (например, IIW) и/или подразумевать электронную имитацию. Однако используемая имитация должна быть опознаваемой с помощью тарировочных карт. Проверки имитатора должны выполняться на всей системе контроля. Вся система может не проверяться за один раз; однако в целях проверки, искатель должен быть подключен к ультразвуковому прибору УЗК и проверяться с применением калибровочного отражателя. Точность проверок имитатора должна подтверждаться с использованием контрольного образца каждые три месяца или до первого использования.

T-563.3 Значения допуска при подтверждении

T-563.3.1 Точки диапазона расстояния. Если точка расстояния переместилась на линию развертки более чем на 10% величины расстояния или 5% полной развертки (в зависимости оттого, что больше), в этом случае необходимо откорректировать калибрование расстояния и зарегистрировать коррекцию в журнале контроля. Все регистрируемые показания с момента последнего действительного калибрования или проверки калибрования подлежат повторному контролю. Их значения должны корректироваться в листах технологических данных или повторно регистрироваться.

T-563.3.2 Настройки чувствительности. Если изменена настройка чувствительности более чем на 20% или 2 дБ его амплитуды, в этом случае необходимо привести в соответствие калибрование чувствительности и зарегистрировать корректировку в журнале контроля. При снижении настройки чувствительности все листы технологических данных (с момента последнего действительного калибрования или проверки калибрования) должны быть промаркированы как аннулированные. Зона с аннулированными данными подлежит повторному контролю. При увеличении настроек чувствительности все зарегистрированные показания (с момента последнего действительного калибрования или последней проверки калибрования) подлежат повторному контролю. Их величины должны быть изменены в листах технологических данных и повторно зарегистрированы.

T-564 Калибрование отливок для дополнительного контроля с угловым лучом

С целью дополнительного контроля с угловым лучом усиление прибора УЗК подлежит настройке во время калибрования - показание SDH с наибольшей амплитудой составляет 80% ±5% полной высоты экрана. Этот уровень должен быть первичным контрольным уровнем.

T-570 КОНТРОЛЬ

T-571 Контроль различных типов изделий

T-571.1 Лист. Лист подлежит контролю согласно SA-435/SA-435M, SA-577/SA-577M, SA-578/SA-578M или SB-548 по применимости, с учетом изменений и требований, указанных в данной Статье.

T-571.2 Поковки и прутки

(a) Контроль поковок и прутков проводится в соответствии с SA-388/SA-388M или SA-745/SA-745M по применимости с учетом требований данной Статьи.

(b) Все поковки и прутки подлежат контролю методом прямого луча.

(c) В дополнение к T-571.2(b) кольцевые поковки и другие полые поковки также должны контролироваться методом углового луча в двух направлениях вдоль окружности, если толщина стенки или геометрическая форма делает невозможным применение контроля угловым лучом.

(d) В дополнение к T-571.2(b) и (c) кольцевые поковки, изготовленные в соответствии с тонкозернистой технологией плавки и используемые для секций корпуса сосудов, также подлежат контролю угловым лучом по двум осям.

(e) Можно использовать метод погружения.

T-571.3 Трубчатые изделия. Трубчатые изделия должны проверяться в соответствии с SE-213 или SE-273 по применимости с учетом требований данной статьи.

Т-571.4 Отливки. Отливки должны контролироваться в соответствии с SA-609/SA-609M с учетом требований данной статьи.

(a) При контроле прямым лучом компенсация чувствительности согласно п. 8.3 SA-609/SA-609M не должна применяться.

(b) Дополнительный контроль угловым лучом должен применяться на отливках или участках отливок, где не может поддерживаться обратное отражение во время контроля, или где угол между передней и задней поверхностями отливки превышает 15 градусов.

Т-571.5 Материал крепежа. Крепеж должен контролироваться в соответствии с SA-388/SA-388M с учетом требований данной статьи.

(a) Материал крепежа должен контролироваться радиально до нарезки резьбы. Чувствительность определяется с помощью показаний стенки отверстия в эталоне А при радиальных траекториях в металле $^{D}/_{4}$ и $^{3D}/_{4}$. Усиление прибора УЗК должно быть откорректировано таким образом, чтобы показания от отверстия $^{D}/_{4}$ или $^{3D}/_{4}$ (в зависимости от наибольшей амплитуды показаний) составляли 80% ±5% всей высоты экрана. Это должно быть первичным контрольным уровнем. Кривая DAC должна формироваться с помощью показаний *от* отверстий $^{D}/_{4}$ и $^{3D}/_{4}$. Она должна быть продолжена для охвата полного диаметра контролируемого материала.

(b) Материал крепежа должен контролироваться по оси с обеих торцевых поверхностей либо до, либо после нарезки резьбы. Усиление прибора УЗК должно быть отрегулировано таким образом, чтобы показания от отверстия с плоским дном с самой высокой амплитудой показаний составляли 80% ±5% от всей высоты экрана. Это должно быть первичным контрольным уровнем. Кривая DAC должна строиться с помощью показаний от отверстий с плоским дном. Она должна быть продолжена для охвата всей длины контролируемого материала. Если амплитуда показания от отверстия с плоским дном меньше 20% от всей высоты экрана, необходимо построить две кривые DAC с помощью калибровочных образцов А и В, и калибровочных образцов В и С и зарегистрировать настройки усиления, необходимые для регулировки самой высокой амплитуды показания для каждой кривой DAC до 80% ±5% всей высоты экрана.

(c) Можно использовать методы погружения.

Т-572 Контроль насосов и арматуры

Ультразвуковой контроль насосов и арматуры должен соответствовать обязательному Приложению I**.**

Т-573 Текущий контроль

Т-573.1 Внутренний радиус патрубка и внутренняя область угла. Текущий контроль внутренних радиусов патрубка и внутренних областей угла должен соответствовать Обязательному приложению II.

Т-573.2 Текущий контроль крепежа. Текущий контроль крепежа должен соответствовать Обязательному приложению IV.

Т-573.3 Текущий контроль покрытия. Текущий контроль покрытия, исключая верхнее покрытие металла шва, должен соответствовать SA-578/SA-578M.

Т-574 Измерение толщины

Измерение толщины должно выполняться в соответствии с SE-797 с учетом требований данной статьи.

Т-580 ОЦЕНКА

Для типов контроля с использованием калибрования с кривой DAC любой дефект с амплитудой показания свыше 20% DAC должен проверяться в той мере, в которой можно выполнить оценку с учетом критериев допуска соответствующего раздела Норм и Правил.

Т-590 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-591 Регистрация показаний

Т-591.1 Показания, не ведущие к выбраковке. Показания, не ведущие к выбраковке, должны регистрироваться, как указано в разделе соответствующих Норм и Правил.

Т-591.2 Показания, ведущие к выбраковке. Такие показания подлежат регистрации. Как минимум, тип показания (т.е., трещина, расслоение, включения и т.д.), расположение и степень (т.е. длина) подлежат регистрации.

Т-592 Протоколы проведения контроля

При проведении ультразвукового контроля должна регистрироваться следующая информация:

(a) обозначение процедуры и редакция

(b) обозначение ультразвукового прибора (включая заводской номер изготовителя)

(c) обозначение искателя (ей) (включая заводской номер изготовителя, частота и размер)

(d) применяемый угол (углы) луча

(e) используемая контактная среда, наименование марки или тип

(f) применяемый кабель(и) искателя, тип и длина

(g) специальное оборудование, если таковое используется (искатели, призмы, башмаки, автоматическое оборудование для сканирования, регистрирующее оборудование и т.д.)

(h) тип компьютерной программы и дата выпуска, если такая программа используется

(i) обозначение калибровочного образца

(j) обозначение имитационного образца(ов) и электронного имитатора(ов) при их использовании

(k) данные усиления эталонного уровня прибора и, в случае использования, параметров демпфирования и подавления

(I) данные калибрования [включая контрольный отражатель(и), амплитуду(ы) показания и замеры расстояния]

(m) данные, устанавливающие взаимосвязь между имитационным образцом(ами) и электронным имитатором(ами), если таковые используются, с начальным калиброванием

(n) обозначение материала или объема сканирования

(o) поверхность(и), на которых выполняется контроль, включая состояние поверхности

(p) карта или запись обнаруженных бракуемых показаний или принятых участков

(q) участки ограниченного доступа или недоступные участки

(r) данные персонала, проводящего контроль, и, если требуется, с учетом раздела ссылочного Норм и Правил, уровень квалификации

(s) дата контроля

Пункты T-592(b) по (m) могут быть указаны в отдельном протоколе калибровки, если номер протокола калибровки включен в отчет о проведении испытаний.

T-593 Отчет

Необходимо составить отчет о проведении контроля. Отчет должен включать записи, указанные в T-591 и T-592. Отчет должен вестись и заполняться согласно разделу соответствующих Норм и Правил.

СТАТЬЯ 5
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ НАСОСОВ И АРМАТУРЫ

I-510 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит дополнительные требования к Статье 5 для ультразвукового контроля швов и ремонта основного материала, или для того и другого, на насосах и арматуре.

I-530 ОБОРУДОВАНИЕ

I-531 Калибровочные образцы

Калибровочные образцы для насосов и арматуры должны соответствовать Статье 4, Необязательное приложение J.

I-560 КАЛИБРОВАНИЕ

I-561 Калибрование системы

Калибрование системы должно соответствовать статье 4, T-463 за исключением T-463.1.1.

I-570 КОНТРОЛЬ

Контроль должен производиться согласно статье 4, T-470.

ПРИЛОЖЕНИЕ II
ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ РАДИУСА ВНУТРЕННЕГО УГЛА ПАТРУБКА И ВНУТРЕННЕЙ ОБЛАСТИ УГЛА

II-510 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание дополнительных требований к статье 5 для текущего контроля радиуса внутреннего угла патрубка и внутренних областей угла.

II-530 ОБОРУДОВАНИЕ

II-531 Калибровочные образцы

Калибровочные образцы должны представлять собой патрубки в натуральную величину или их часть в разрезе, в которых можно сформировать максимальную длину звукового луча, которые имеют надлежащий объем контроля и калибровочные отражатели.

II-531.1 Общие положения. Применяются общие требования к образцам статьи 4, T-434.1.

II-531.2 Натурные модели. Если звуковые лучи проходят только через литые патрубки во время контроля, модели патрубков могут представлять собой поковки или сегменты поковок, закрепленные в конструкциях, которые требуются для имитации соседних поверхностей сосуда. Если звуковые лучи проходят через швы узла патрубок/корпус во время контроля, в этом случае модели патрубков должны содержать швы патрубков и элементы корпуса соответствующего размера для обеспечения калибрования.

II-531.3 Толщина. Образец должен иметь одинаковую толщину или толщину, превышающую максимальную толщину элемента, подлежащего контролю.

II-531.4 Отражатели. Образец должен содержать как минимум три надреза в объеме контроля. Как вариант, наведенные или внутренние трещины могут использоваться вместо надрезов, которые также могут применяться для демонстрации возможностей определения размеров, если это требуется согласно разделом соответствующих Норм и Правил. Надрезы или трещины должны соответствовать следующим требованиям:

(a) Надрезы или трещины должны быть распределены радиально в двух зонах при наличии, как минимум, одного надреза или трещины в каждой зоне. Зона 1 располагается между 0 и 180 град. (±45 град.), а зона 2 занимает две оставшиеся четверти круга, которые расположены концентрично относительно оси патрубка.

(b) Осевые и выкружные надрезы или трещины должны находиться в объеме контроля (внутренние радиусы сопл); допуск ориентации ±2 град.

(c) Длина надреза или трещины должна составлять не более 1 дюйм (25 мм). Номинальная ширина надреза *должна составляться* (1.5 мм).

(d) Глубина надреза или трещины, которые измеряются на внутренней поверхности патрубка, должна составлять:

(1) Отражатель 1 – 0,20 дюйма до 0,35 дюйма (5 мм до 9 мм)

(2) Отражатель 2 – 0,35 дюйма до 0,55 дюйма (9 мм до 14 мм)

(3) Отражатель 3 – 0,55 дюйма до 0,75 дюйма (14 мм до 19 мм)

II-560 КАЛИБРОВАНИЕ

II-561 Калибрование системы

Калибрование системы должно соответствовать статье 4, T-463 за исключением T-463.1.1.

II-570 КОНТРОЛЬ

Применяются общие требования к контролю Статьи 4, T-471.

ПРИЛОЖЕНИЕ III СЛОВАРЬ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ

III-510 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

В данном обязательном приложении содержатся стандартные термины и определения, которые имеют отношение к ультразвуковому контролю.

III-520 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Стандартная терминология НК (ASTM E 1316) была утверждена Комитетом SE-1316.

(b) Раздел 1 SE-1316 содержит определения требований, которые перечислены в III-530(a).

(c) Что касается общих терминов, т*аких как Интерпретация, Дефект, Несплошность, Оценка и* др., см. Статью 1, Обязательное приложение 1I.

(d) П. III-530(b) содержит перечень терминов и определений, которые являются дополнительными к SE-1316 и подобрано специально для Норм и Правил.

III-540 ПРОЧИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Следующие термины SE-1316 используются совместно с данной Статьей*: A, тип сканирования; амплитуда; угловой луч; затухание; аттенюатор; представление сканирования типа B; обратное отражение; базовая линия; расхождение пучка; сканирование типа C; контактное испытание; контактная среда; демпфирование, искатель; децибел (dB); кривая характеристики расстояние/амплитуда; двойной искатель; эхо; частота (контроль); частота (импульсное повторение); голография (акустическая); испытание погружением; индикаторный след; начальный импульс; интерфейс; линейность (амплитуда); линейность (время или расстояние); продольная волна; потеря обратного отражения; режим; шум; импульс; эхо-импульсный метод; частота повторения импульсов; диапазон; эталон; отражатель; режектирование (подавление); разрешение; сканирование; искатель; чувствительность; поперечная волна; коэффициент сигнал/шум; прямой луч; качание частоты; контролируемая поверхность; акустический метод прохождения; преобразователь; ультразвуковой; V-образный путь; визуализация; призма.*

(b) Следующие термины Норм и Правил используется вместе с данной Статьей:

аналогичный отражатель: отражатель, отличающийся от указанного, ответный ультразвуковой сигнал от которого был отрегулирован для того, чтобы он был равен или превышал ответный сигнал заданного отражателя при том же расстоянии звукового пути в основном калибровочном образце.

осевое направление: направление звукового луча, параллельное основной оси элемента.

калиброваниe: приведение ответных сигналов ультразвуковой системы в соответствие с калибровочными отражателями.

калибровочный отражатель: отражатель с поверхностью с известными размерами, который используется для точного эталонного уровня воспроизведения.

направление вдоль окружности: направление звукового луча перпендикулярно основной оси (цилиндрического) элемента.

обрезание импульсов: см. режектирование.

компьютерное отображение: отображение или анализ с применением компьютерных технологий и отображение ультразвуковых данных для обеспечения двух- или трехмерных изображений отражателей.

ЭЛТ: катодная (электронная) лучевая трубка.

Кривая характеристики DAC: см. кривая характеристики расстояние/амплитуда.

Сканирование типа D: представление ультразвуковых данных, которое обеспечивает конечное представление образца с указанием приблизительной ширины (как определено при сканировании) отражателей и их относительных положений.

динамическое калиброваниe: калибрование, которое выполняется искателем в движении, обычно при постоянной скорости и с учетом направления действительного контроля.

электронный имитатор: электронное устройство, которое обеспечивает соответствие изначально полученного ответного сигнала ультразвуковой системы с применением основного эталона.

система контроля: система, которая включает прибор для ультразвукового контроля, кабель искателя и собственно искатель.

совокупность обратных отражателей: при ультразвуковом контроле прямым лучом последовательная совокупность отражателей между задней и лицевой поверхностями материала.

пьезоэлектрический элемент: кристаллические или поликристаллические материалы, которые при механическом деформировании, формируют электрические разряды, и наоборот, при прерывистых разрядах, искажают и формируют механические вибрации.

первичный контрольный ответный сигнал (уровень): ультразвуковой ответный сигнал от основного калибровочного отражателя при заданном расстоянии траектории звука, с электронной регулировкой относительной величины всей высоты экрана.

рефракция: угловое изменение направления ультразвукового луча, когда он проходит под наклоном из одной среды в другую, в которой волны имеют другую скорость.

длительность вынужденных колебаний: время, в течение которого механические вибрации пьезоэлемента продолжаются после затухания электрического сигнала.

поверхность сканирования: с*м. контролируемая поверхность.*

имитационный образец: эталон или другое изделие в дополнение к основному образцу, которое обеспечивает соответствие изначально полученного ответного сигнала ультразвуковой системы с применением основного эталона.

SAFT-UT: Метод фокусирования с синтезированной апертурой для ультразвукового контроля.

статическое калиброваниe: калибрование в целях контроля, при котором искатель устанавливается на эталоне таким образом, чтобы соответствующие отражатели могли быть идентифицированы, а прибор УЗК настроен.

(c) Следующие определения применяются вместе со Статьей 4, Приложение L:

акустический импульс: продолжительность времени между началом и окончанием сигнала, когда амплитуда достигает 10% максимальной амплитуды.

Сканирование типа B (параллельное сканирование): сканирование, которое представляет данные, собранные при сканировании парного преобразователя в направлении звукового луча в поперечном направлении оси шва.

сигнал обратной стенки: звуковая волна, которая движется между двумя преобразователями с продольной скоростью, которая отражается от обратной поверхности материалов.

Сканирование типа D (непараллельное сканирование): сканирование, которое представляет данные, собранные при сканировании парного преобразователя, перпендикулярном направлению звукового луча вдоль оси шва.

диффрагированные сигналы: диффрагированные волны от верхней и нижней вершин дефектов, которые возникают в результате взаимодействия с волной падающего звука.

холостой проход: запись группы данных без перемещения искателей.

боковая волна: звуковая волна, которая перемещается непосредственно между преобразователями с продольной скоростью под поверхностью материала.

время пролета: время, за которое звуковая волна перемещается от передающего преобразователя до дефекта, а затем к принимающему преобразователю.

(d) Следующие определения используются вместе со статьей 4, Обязательное приложение III:

эхо-сигнал от задней стенки: зеркальное отражение от задней стенки контролируемого элемента.

дифракция: когда направление фронта волны было изменено препятствием или другой неоднородностью в среде (не в результате отражения или рефракции).

холостой проход: сбор данных без перемещения датчиков (напр., в стационарном положении) об отражении боковой волны и сигнала от задней стенки для проверки результатов работы ПО системы.

боковая волна: волна сжатия, которая перемещается по самому прямому пути от передающего датчика до принимающего датчика при конфигурации TOFD.

непараллельное сканирование или продольное сканирование: сканирование, при котором перемещение пары датчиков перпендикулярно ультразвуковому лучу (напр., параллельно оси шва).

параллельное или перпендикулярное сканирование: сканирование, при котором перемещение пары датчиков параллельно ультразвуковому лучу (напр., перпендикулярно оси шва).

расстояние между центрами датчиков: расстояние межу отмеченными точками выхода пары датчиков TOFD для некоторых моделей.

дисплей TOFD: поперечное монохромное изображение шва, сформированное наложение цифровых данных сканирования типа A. Два типа сканирования (параллельное и непараллельное) отличаются друг от друга; один относится к типу B, а другой D. В настоящее время не существует унифицированной терминологии для данных типов сканирования. Они могут взаимозаменяться в зависимости от изготовителей (напр., одни называют сканирование, параллельное оси шва, сканирование типа B, а другие типа D).

ПРИЛОЖЕНИЕ IV ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ БОЛТОВ

IV-510 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное приложение содержит описание дополнительных требований статьи 5 для текущего контроля болтов.

IV-530 ОБОРУДОВАНИЕ

IV-531 Образцы

Образцами должны выступать болты в натуральную величину или в разрезе, которые имеют максимальную траекторию звукового шва и зону для контроля, а также для демонстрации метода сканирования.

IV-531.1 Материал. Эталон должен быть изготовлен из того же самого материала, формы изделия и с той же обработкой поверхности, что и контролируемые болты.

IV-531.2 Отражатели. Калибровочные отражатели должны иметь прямые надрезы. Как минимум, два надреза должны быть нанесены механическим способом на калибровочный образец, который расположен на минимальном и максимальном пути в металле, кроме надрезов, которые требуется располагать не ближе, чем на один диаметр болта с той и другой стороны. Глубина надреза:

Размер болта	Глубина надреза*
Менее 2 дюймов (50 мм)	Глубина 1 резьбы
2 дюйма (50 мм) и более, но менее 3 дюймов (75 мм)	$^{5}/_{64}$ дюйма (2,0 мм)
3 дюйма (75 мм) и более	$^{3}/_{32}$ дюйма (2,5 мм)

* Измерено от дна корня резьбы до дна надреза.

По аналогии с прямыми надрезами другие надрезы (напр., круговые) могут использоваться при условии, что площадь надреза не превышает площади применяемых прямых надрезов, которые требуются в соответствии с данным пунктом.

IV-560 КАЛИБРОВАНИЕ

IV-561 Калибрование DAC

Кривая DAC должна строиться с помощью калибровочных отражателей в IV-531.2. Звуковой луч должен быть направлен на калибровочный отражатель, который вырабатывает максимальный ответный сигнал. Прибор УЗК должен быть настроен на получение 80% показания от всей высоты экрана. Этот уровень должен быть первичным контрольным уровнем. Искатель

далее должен перемещаться вручную без изменения настроек прибора УЗК для получения максимальных сигналов от других калибровочных отражателей для формирования кривой DAC. Калибрование должно предусматривать калибрование диапазона развертки и корректировку расстояния/амплитуды.

IV-570 КОНТРОЛЬ

IV-571 Общие требования к контролю

Применяются общие требования к контролю Статьи 4, Т-471.

СТАТЬЯ 6
КАПИЛЛЯРНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Т-610 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

В случае, когда указано в соответствующем Разделе Норм и правил, должен использоваться метод капиллярной дефектоскопии, описанный в настоящей Статье. В целом, данная Статья соответствует документу SE-165, Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination (Типовая методика капиллярной дефектоскопии). В данном документе представлена подробная информация, которая должна быть учтена в используемой методике.

В случае, когда данная Статья указывается в соответствующем разделе Норм и правил, методику капиллярной дефектоскопии, описанную в настоящей Статье, необходимо использовать вместе со Статьей 1, Общие требования. Определения терминов, используемых в данной Статье, представлены в Обязательном приложении I настоящей Статьи и Статье 1 Приложения I.

Т-620 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Метод капиллярной дефектоскопии – эффективное средство для установления несплошностей, открытых на поверхности непористых металлов и прочих материалов. Типовые несплошности, определяемые данным методом, - трещины, волосовины, плены, морщины, расслоения и пористость.

В целом, сущность метода такова, что проникающую жидкость наносят на проверяемую поверхность и обеспечивают ее проникновение в несплошности поверхности. Затем всю избыточную проникающую жидкость удаляют, деталь просушивают и наносят проявитель. Проявитель в данном случае используется и как промокательная бумага для поглощения проникающей жидкости, попавшей в несплошности, и как контрастный фон для улучшения видимости следов от проникающей жидкости. Красящие вещества проникающих жидкостей либо цветные (видимые при дневном свете), либо флуоресцентные (видимые в ультрафиолетовом свете).

Т-621 Требования к письменной процедуре

Т-621.1 Требования. Проверка методом капиллярной дефектоскопии должна быть проведена в соответствии с письменной процедурой, которая должна минимум содержать требования, перечисленные в Таблице Т-621. В письменной процедуре должно быть указано отдельное значение или диапазон значений для каждого требования.

07 **Т-621.2 Квалификация процедуры.** В случае, когда в соответствующем разделе Норм и правил задана квалификация процедуры, изменение требования в Таблице Т-621, определенного в качестве значимой переменной, должно требовать повторной квалификации письменной процедуры. Изменения требования, определенного как незначимая переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения значимых и незначимых переменных относительно значений, указанных в письменной процедуре, вызывают необходимость редактирования или внесения поправки в письменную процедуру.

Т-630 ОБОРУДОВАНИЕ

Термин *проникающие материалы,* использованный в настоящей Статье, предназначен для описания всех проникающих жидкостей, эмульгирующих агентов, растворителей или очищающих средств, проявителей и пр., используемых в процессе проверки. Описания классификаций проникающих жидкостей и типов материалов приведены в документе SE-165, Статья 24.

Т-640 РАЗНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-641 Контроль загрязняющих примесей

Пользователь настоящей Статьи должен получить сертификат по содержанию загрязняющих веществ для всех жидких проникающих материалов, наносимых на сплавы на никелевой основе, аустенитные и дуплексные нержавеющие стали и титан. Настоящие свидетельства должны включать номера партии согласно данным изготовителей проникающих жидкостей и результаты испытаний, полученные в соответствии с Обязательным приложением II настоящей Статьи. Настоящие отчеты необходимо вести в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и правил.

Т-642 ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ

(a) В целом, удовлетворительные результаты могут быть получены, когда поверхность детали находится в состоянии непосредственно после сварки, прокатки, литья или ковки. В случае, когда неравномерности поверхности могут скрыть индикаторные следы, может быть необходима подготовка поверхности шлифованием, механической обработкой или другими методами.

(b) До начала каждой проверки методом капиллярной дефектоскопии проверяемая поверхность и все прилегающие участки в районе минимум 1 дюйма (25мм) должны быть высушены, очищены от грязи, смазки, пуха, окалины, сварочного флюса, сварочных брызг, краски, масла и других посторонних веществ, которые могут скрыть отверстия поверхности или иным образом помешать проведению дефектоскопии.

(c) Стандартные очищающие средства, которые могут использоваться, – моющие вещества, органические растворители, растворы для удаления окалины и растворители краски.

ТАБЛИЦА Т-621
ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТСОКОПИИ 07

Требование	Значимая переменная	Незначимая переменная
Обозначение всех без исключения изменений типа или родственной группы проникающих жидкостей, материалов, включая проявители, эмульгаторы и т.д.	X	…
Подготовка поверхности (отделка и очистка, включая тип очистителя)	X	…
Метод нанесения проникающей жидкости	X	…
Метод удаления лишней жидкости с поверхности	X	…
Концентрация и продолжительность выдержки гидрофильных или липофильных эмульгаторов в баке для погружения и время перемешивания гидрофильных эмульгаторов	X	…
Концентрация гидрофильных эмульгаторов при нанесении методом распыления	X	
Метод нанесения проявителя	X	…
Минимальные и максимальные интервалы между операциями и оборудование для осушки	X	…
Уменьшение времени выдержки проникающей жидкости после нанесения	X	…
Увеличение времени выдержки проявителя (время для интерпретации)	X	…
Минимальная интенсивность освещения	X	…
Температура наружной поверхности 40°F - 125°F (5°C - 52°C) Или как определено ранее	X	…
Демонстрационные испытания, при необходимости	X	…
Требования к аттестации персонала	…	X
Контроль материалов, конфигурации или размеров и объём контроля	…	X
Методика очистки после проведения контроля	…	X

Можно использовать очистку методом обезжиривания и ультразвуковым методом.

(d) Очистители должны соответствовать требованиям Т-641. Метод очистки является важной частью процедуры контроля.

ПРИМЕЧАНИЕ: Приведение поверхности к соответствующему состоянию до проведения контроля в соответствии с требованиями Т-642(a) может повлиять на результаты. См. SE-165, Приложение Al.

Т-643 СУШКА ПОСЛЕ ПОДГОТОВКИ

После очистки, осушку поверхности контроля необходимо выполнить с помощью обычного испарения или сжатым горячим или холодным воздухом. Необходимо определить минимальный период времени для того, чтобы чистящий раствор испарился до нанесения проникающей жидкости.

Т-650 МЕТОДИКА

Т-651 Методики

Необходимо использовать или проникающую жидкость с контрастным красящим веществом, или флуоресцентную проникающую жидкость по одному из нижеуказанных процессов контроля проникающими жидкостями:

(a) водосмываемая

(b) с последующей эмульсификацией

(c) удалением с помощью растворителя

Проникающая жидкость с контрастным красящим веществом и жидкость с флуоресцентным веществом, используемые вместе с данными тремя проникающими методиками, делятся на шесть проникающих методик.

Т-652 Методики для стандартных температур

По стандартной методике температура проникающей жидкости и поверхности обрабатываемой детали должна быть не ниже 40°F (5°C) и не выше 125°F (52°C) во время проведения всего контроля. Местный нагрев или охлаждение не допускается, если температура детали остается в диапазоне 40°F - 125°F (5°C - 52°C) во время проведения дефектоскопии. Если данный диапазон температур нецелесообразен, можно использовать другие температуры и временные интервалы, при условии квалификации процедур согласно Т-653. 07

Т-653 Методики для нестандартных температур 07

Если нецелесообразно проводить капиллярную дефектоскопию в диапазоне температуры 40°F - 125°F (5°C - 52°C), для процедуры контроля при предложенной пониженной или повышенной температуре необходимо квалифицировать проникающие материалы и процедуры в соответствии с обязательным приложением III настоящей Статьи.

Т-654 Ограничения методики

Дефектоскопию флуоресцентной проникающей жидкостью нельзя проводить после цветной дефектоскопии. Смешивание проникающих материалов различных групп или изготовителей не допускается. Повторное испытание водосмываемыми проникающими жидкостями может привести к потере граничных показаний вследствие загрязнения.

ТАБЛИЦА Т-672
МИНИМАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ВЫДЕРЖКИ

Материал	Форма	Вид неоднородности	Выдержка [Примечание (1)] (минуты)	
			Проникающая жидкость	Проявитель
Алюминий, магний, сталь, латунь	Отливки и сварные швы	Холодные спаи, пористость, непровары,	5	10
И бронза, титан и Жаропрочные сплавы		трещины (все виды)		
	Кованые материалы — штамповки, поковки, листовой металл	Закаты, трещины (все виды)	10	10
Твёрдосплавные инструменты	…	Непровары, пористость, трещины	5	10
Пластик	Все формы	Трещины	5	10
Стекло	Все формы	Трещины	5	10
Керамика	Все формы	Трещины	5	10

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Для температурного диапазона 50°F - 125°F (10°C - 52°C). Для температурного диапазона 40°F (5°C) - 50°F (10°C), минимальное время выдержки проникающей жидкости в 2 раза превышает указанное время выдержки.

Т-660 КАЛИБРОВКА

Люксметры, как видимого, так и флуоресцентного (невидимого) излучения, должны проходить калибровку минимум раз в год или после ремонта люксметра. Если люксметры не использовались в течение года и более, калибровку необходимо выполнять до использования люксметра.

Т-670 ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Т-671 Нанесение проникающей жидкости

Поникающая жидкость может быть нанесена с помощью любого приемлемого средства, например, погружением в ванну, кистью или распылением. Если проникающая жидкость наносится распылением, с помощью оборудования сжатого воздуха, необходимо расположить фильтры на входной стороне рядом с входом воздуха для исключения загрязнения проникающей жидкости маслом, водой, загрязнениями или отложениями, которые могут накопиться в трубах.

Т-672 Время (выдержки) проникновения

Проникновение (выдержка) является важным моментом. Минимальное время проникновения должно соответствовать значениям, указанным в Таблице Т-672 или как определено для специфического применения.

Т-673 Удаление излишка проникающей жидкости

После окончания выдержки для проникновения вся оставшаяся проникающая жидкость на поверхности должна быть удалена; при этом необходимо свести к минимуму удаление проникающей жидкости с несплошностей.

Т-673.1 Водосмываемые проникающие жидкости. Излишки водосмываемой проникающей жидкости должны быть удалены водораспылением Давление воды не должно превышать 50 фунтов/дюйм^2 (350 КПа), а температура воды не должна превышать **1**10°F (43°C).

Т-673.2 Проникающие жидкости с последующей эмульсификацией

(a) Липофильная эмульсификация. После окончания указанной выдержки для проникновения остатки проникающей жидкости должны быть эмульгированы путём погружения или заливки детали эмульгирующей жидкостью. Время эмульсификации обусловлено типом эмульгирующей жидкости и состоянием поверхности. Фактическое время эмульгирования определяется экспериментально. После окончания эмульсификации смесь должна быть удалена путём погружения или орошения водой. Температура и давление должны соответствовать значением, рекомендуемым изготовителем.

(b) Гидрофильная эмульсификация. После выдержки проникающей жидкости и до эмульсификации детали должны быть предварительно смочены водораспылением с использованием методики, применяемой для водосмываемых проникающих жидкостей. Время предварительного смачивания не должно превышать 1 минуту. После предварительного смачивания остатки проникающей жидкости на поверхности должны быть эмульгированы путём погружения в ванну или путём распыления гидрофильного эмульгатора. Концентрация в ванне должна соответствовать значению, рекомендованному изготовителем. После окончания эмульгирования смесь должна быть удалена путём погружения в ванну или орошением водой. Температура и давление должны соответствовать значением, рекомендуемым изготовителем.

ПРИМЕЧАНИЕ: Дополнительную информацию см. в SE-165.

Т-673.3 Проникающие жидкости, удаляемые с помощью растворителей. Остатки проникающих жидкостей, удаляемых с помощью растворителей, должны быть удалены путём протирки ветошью или адсорбентом; при этом операцию необходимо повторять до тех пор, пока большая часть следов (остатков) проникающей жидкости не будет удалена. Оставшиеся следы должны быть удалены мягким протиранием поверхности ветошью или адсорбирующей тканью, смоченной в растворителе. Для уменьшения удаления проникающей жидкости в районе несплошностей, необходимо избегать использования чрезмерно большого количества растворителя. **Промывка поверхности растворителем после нанесения проникающей жидкости и до проявления запрещена.**

Т-674 Сушка после удаления излишка проникающей жидкости

(a) В случае использования методик нанесения водосмываемой проникающей жидкости и нанесения проникающей жидкости с последующим эмульгированием поверхность может быть осушена впитыванием чистыми материалами или с использованием циркулирующего воздуха, если температура воздуха не превышает 125°F (52°C).

(b) В случае методики нанесения проникающей жидкости с последующей очисткой растворителями, поверхность может быть осушена обычным испарением, поглощающими материалами или сжатым воздухом.

Т-675 Проявка

Проявитель должен быть нанесен как можно быстрее после удаления проникающей жидкости; временной интервал не должен превышать значение, определённое в процедуре. Недостаточная толщина покрытия может не привести к тому, что проникающая жидкость останется в районе несплошностей и, наоборот, чрезмерная толщина покрытия может привести к маскированию показаний дефектов.

В случае проникающих жидкостей с цветным красящим веществом необходимо использовать только влажный проявитель. В случае флуоресцентных проявителей можно использовать влажный или сухой проявитель.

Т-675.1 Нанесение сухого проявителя. Сухой проявитель необходимо наносить только на сухую поверхность с помощью мягкой щётки, ручного распылительного баллончика, распылительного пистолета или другого оборудования, при условии распределения порошка равномерно по всей поверхности проведения контроля.

Т-675.2 Нанесение влажного проявителя. Перед нанесением влажного проявителя во взвешенной форме на поверхность необходимо тщательно перемешать проявитель для гарантирования правильного распыления взвешенных частиц.

(a) Проявитель на водной основе. Проявитель на водной основе может быть нанесён на влажную и на сухую поверхность. Данный проявитель наносится путём погружения в ванну, кистью, распылением или другими средствами, при условии обеспечения тонкого слоя по всей поверхности контроля. Время сушки может быть уменьшено использованием тёплого воздуха, если температура поверхности детали не превышает 125°F (52°C). Использование влагопоглощающей ткани не допускается.

(b) Нанесение неводных проявителей. Неводный проявитель должен наноситься только на сухую поверхность. Данный тип проявителя наносится распылением, за исключением тех участков, где это исключено из соображений безопасности или ограниченного доступа. При таких условиях проявитель может быть нанесён кистью. Сушка проходит обычным испарением.

Т-675.3 Отсчёт проявления по времени для окончательной интерпретации результатов начинается непосредственно после нанесения проявителя или как можно скорее после высыхания слоя проявителя. Минимальное время (выдержка) проявления должно соответствовать значением, указанным в Таблице Т-672.

Т-676 Интерпретация результатов

Т-676.1 Окончательная интерпретация. Окончательную интерпретацию необходимо провести в течение 10 - 60 минут после соблюдения требований Т-675.3. Если обесцвечивание не меняет результаты контроля, допускается более длительный период. Если контролируемая поверхность имеет достаточно большие размеры, исключающие полный контроль в указанном диапазоне времени, контроль необходимо проводить с постепенным увеличением.

Т-676.2 Характеристические показания. Тип несплошности сложно оценить, если проникающая жидкость чрезмерно диффундирует в проявителе. Если такое явление имеет место, тщательное наблюдение образования показания(ий) во время нанесения проявителя может облегчить классификацию и определение объёма показания(ий).

Т-676.3 Проникающие жидкости с цветным красящим веществом. Вместе с контрастным веществом проявитель образует однородное покрытие белого цвета. Поверхностные несплошности проявляются в виде обесцвечивания проникающей жидкости, которая, как правило, имеет насыщенный красный цвет и окрашивает проявитель. Проявления в виде светло-розового оттенка могут быть признаком чрезмерной очистки. Неправильно выполненная очистка может оставить чрезмерный фон, что делает интерпретацию более затруднительной. Минимальная интенсивность освещения 100 фут-свечей (1000 люкс) требуется для освещения контролируемой поверхности для получения соответствующей чувствительности при проведении контроля и оценке результатов. Необходимо провести демонстрационные испытания источника света, используемой методики и уровня освещённости, занести данные в соответствующие документы и хранить в соответствующих файлах.

Т-676.4 Флуоресцентные проникающие. В случае использования данных жидкостей методика такая же, как и указанная в Т-676.3, за исключением того, что контроль выполняется с использованием ультрафиолетового излучения, так называемое невидимое излучение. Контроль выполняется следующим образом:

(a) Необходимо наличие затемнённого пространства.

(b) Операторы должны находиться в затемнённом помещении как минимум в течение 5 минут до выполнения контроля, чтобы глаза адаптировались к темному участку. Стёкла очков или линзы операторов не должны быть фоточувствительными.

(c) Невидимое излучение должно достигать значения 1000 мкВт/см^2 на поверхности контролируемой детали в течение всего контроля.

(d) Отражатели и фильтры необходимо проверять и, при необходимости, чистить до их использования.

(e) Интенсивность невидимого излучения должна измеряться измерителями невидимого излучения до их использования, когда источник питания освещения отключался или менялся или после завершения контроля или серии контроля.

Т-677 Очистка поверхности после проведения дефектоскопии

Если в соответствии с процедурой требуется очистка после выполнения контроля, очистку необходимо проводить как можно быстрее после оценки и внесения результатов в документацию. Очистка должна выполняться по методике, которая не окажет отрицательного влияния на деталь.

Т-680 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

(a) Все показания (результаты) должны быть оценены в соответствии со стандартами приёмки, которые описаны в соответствующем разделе Стандарта.

(b) Несплошности на поверхности проявляются в виде обесцвечивания проникающей жидкости; тем не менее, локализованные поверхностные неоднородности вследствие следов механической обработки или другие состояния поверхности могут создавать ложные показания.

(c) Районы флуоресцирования или пигментации больших размеров, которые способны скрыть показания несплошностей, неприемлемы, и такие районы должны быть очищены и проверены повторно.

Т-690 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-691 Регистрация показаний

Т-691.1 Неотклоняемые показания. Неотклоняемые показания должны регистрироваться, как указано в соответствующем разделе Стандарта.

Т-691.2 Отклоняемые показания. Отклоняемые показания необходимо регистрировать. Необходимо фиксировать письменно как минимум следующее: тип показания (линейный или круглый), местоположение и степень распространения (длина или диаметр или совмещенные показания).

Т-692 Протоколы дефектоскопии

Для каждого контроля необходимо зафиксировать следующую информацию:

(a) идентификационный номер процедуры и номер изменения;

(b) тип проникающей жидкости (видимая или флуоресцентная);

(c) тип (цифровое или буквенное обозначение) каждой проникающей жидкости, растворителя проникающей жидкости, эмульгатора и проявителя;

(d) данные по операторам, выполняющим контроль, если это требуется в соответствующем Разделе Стандарта, уровень аттестации;

(e) схема или протокол показаний согласно Т-691;

(f) материал и толщина;

(g) осветительное оборудование; и

(h) дата проведения контроля.

Т-693 Демонстрационные испытания

При необходимости, если это требуется в соответствующем Разделе Стандарта, проведение демонстрационных испытаний фиксируют в документах.

СТАТЬЯ 6
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I — ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ПО КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

1-610 ОБЪЁМ

Данное обязательное приложение используется для определения стандартных терминов и определений, которые появляются в Статье 6, Капиллярная дефектоскопия.

1-620 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Стандартная терминология по Неразрушающему Контролю (НК), см. ASTM E 1316, была одобрена Комиссией, см. SE-1316.

(b) SE-1316 Раздел G предоставляет объяснения терминов, перечисленных в I-630(a).

(c) Общие термины, например, *Показание, Дефект, Несплошность, Оценка и т.д.* см. в Статье 1, Обязательное Приложение I.

(d) В Разделе I-630(b) предоставлен перечень терминов и определений, которые являются дополнительными к SE-1316 и являются специальными терминами Стандарта.

1-630 ТРЕБОВАНИЯ

(a) Следующие термины SE-1316 используются в контексте данной Статьи: невидимое излучение; обесцвечивание; впитывание; чистый; загрязнение; контрастный; проявитель; проявитель, на водной основе; проявитель, сухой; проявитель, неводный; время проявления; время высыхания; выдержка; эмульгатор; группа; флуоресценция; чрезмерная эмульгация; проникающая жидкость; эталон сравнения проникающей жидкости; флуоресцентная проникающая жидкость; проникающая жидкость, водосмываемая; очистка после проявления; постэмульгирование; предварительная очистка; орошение; средство для удаления растворителя.

(b) Следующие термины Стандарта использованы в контексте данной Статьи:

Интенсивность невидимого излучения: количественное выражение ультрафиолетового излучения.

Проникающая жидкость с контрастным цветным веществом: жидкость с высокой проникающей способностью, которая содержит красящее вещество без люминофора, которое выдаёт показания такой интенсивности, что эти показания можно легко различить визуально при проведении контроля при дневном свете.

Проникающая жидкость с последующей эмульсификацией: тип проникающей жидкости, которая не содержит эмульгатора, но для которой требуется отдельный этап эмульгирования для облегчения удаления излишка проникающей жидкости с поверхности орошением водой.

Проникающая жидкость, удаляемая растворителем: тип проникающей жидкости, используемый в случае, когда излишки проникающей жидкости удаляются с поверхности путём протирки ветошью и неводной жидкостью.

ПРИЛОЖЕНИЕ II КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

11-610 ОБЪЁМ

Данное приложение включает требования к контролю загрязнений для всех жидких проникающих материалов, который проводится для всех сплавов на основе никеля, аустенитных нержавеющих сталей и титана.

11-640 ТРЕБОВАНИЯ 07

11-641 Сплавы на основе никеля

При проведении контроля никелевых сплавов все проникающие жидкости должны быть проанализированы на содержание серы в соответствии с SE-165, Приложение 4. В качестве альтернативного варианта, проникающую жидкость можно разложить на составные части согласно SD-129 и провести анализ согласно SD-516. Содержание серы не должно превышать 1% по весу.

11-642 Аустенитная или дуплексная нержавеющая сталь и титан 07

При проведении контроля на аустенитной и дуплексной нержавеющей стали и титане все проникающие жидкости должны быть проанализированы на содержание галогенов согласно SE-165, Приложение 4. В качестве альтернативного варианта, проникающую жидкость можно разложить на составные части согласно SD-808 или SE-165, Приложение 2 на содержание хлоридов и SE-165, Приложение 3 на содержание фтора. Общее содержание галогенов не должно превышать 1% по весу.

H-643 УДАЛЕНО 07

H-690 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Сертификаты по проникающим жидкостям должны включать номера партий производителя проникающих

жидкостей и результаты испытаний, полученные согласно 11-640. Данные отчеты необходимо хранить согласно соответствующему Разделу Стандарта.

ПРИЛОЖЕНИЕ III МЕТОДИКИ КВАЛИФИКАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ПРИ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

07 III-610 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Если нет условий для проведения капиллярной дефектоскопии в диапазоне температуры 40° - 125°F (5°C - 52°C), температура при проведении контроля должна пройти квалификацию согласно настоящему Приложению.

III-630 МАТЕРИАЛЫ

Эталон сравнения для проникающих жидкостей должен быть изготовлен следующим образом. Эталоны сравнения должны быть изготовлены из алюминия, ASTM B 209, Тип 2024, толщиной 9.5 мм и с размерами лицевой поверхности 2 дюйма x 3 дюйма (50 мм x 75 мм). По центру каждой лицевой поверхности, на площади приблизительно 1 дюйм (25 мм) в диаметре необходимо проставить отметку 950°F (510°C) термоиндикаторным карандашом или краской. Отмеченный участок должен быть нагрет паяльной лампой, горелкой Бунзена или аналогичным устройством до температуры в диапазоне 950°F (510°C) - 975°F (524°C). Затем образец необходимо незамедлительно закалить в холодной воде, после чего на поверхности эталона образуется сетка мелких трещин.

Затем эталон необходимо просушить нагревом до 300°F (149°C) приблизительно. После охлаждения эталон необходимо разрезать напополам. Одна половина должна быть обозначена как блок "A", а другая половина как блок "B" для упрощения идентификации при дальнейшей обработке. На рисунке III-630 показаны эталоны сравнения, блоки "A" и "B." В качестве альтернативного варианта вместо разрезки эталона напополам, то есть "A" и "B," отдельные блоки размерами 2 x 3 дюйма (50 x 75 мм) могут быть изготовлены по методике нагрева и закалки, как указано выше. Два эталона сравнения могут быть использованы со схожей сеткой трещин. Блоки обозначить "A" и "B."

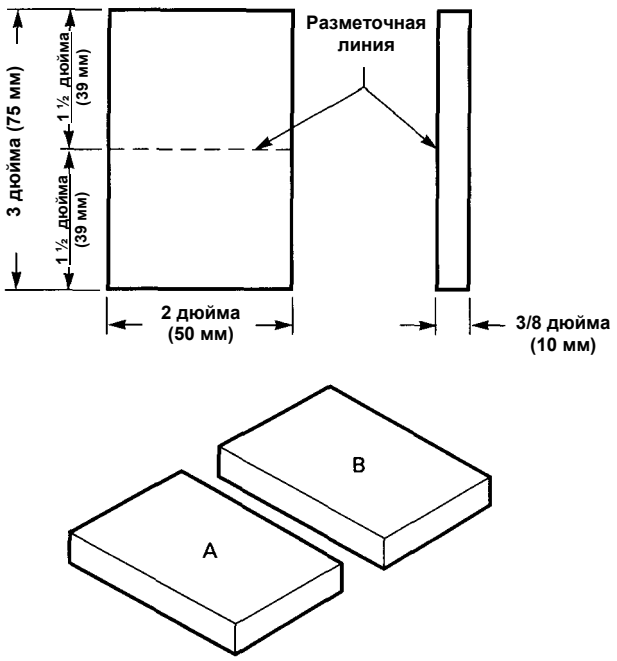
III-640 ТРЕБОВАНИЯ

III-641 Использование эталона сравнения

IH-641.1 При температуре менее 40°F (5°C). Если необходимо квалифицировать процедуру контроля проникающей жидкости при температуре менее 40°F (5°C), предложенная процедура должна быть применена для блока "B" после того, как блок и все материалы будут охлаждены и выдержаны при предлагаемой температуре контроля до завершения сравнения. Стандартная процедура, которая использовалась ранее, должна быть применена для блока "A" в диапазоне температуры 40°F - 125°F (5°C - 52°C). Показания в виде трещин сравнивают между блоками "A" и "B." Если показания, полученные при предложенных условиях на блоке "B", в основном совпадают с показаниями, полученными на блоке "A" во время проведения контроля при температуре 40 - 125°F (5 - 52°C), предложенная процедура может рассматриваться как приемлемая для использования. Процедура, квалифицированная при температуре ниже 40°F (5°C), должна быть квалифицирована в диапазоне до 40°F (5°C).

РИС. III-630 ЭТАЛОН СРАВНЕНИЯ ДЛЯ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

ПРИМЕЧАНИЕ: Указанные размеры являются справочными и не принципиальны



III-641.2 Температура выше 125°F (52°C). Если предложенная температура для контроля превышает 125°F (52°C), необходимо поддерживать эту температуру для блока "B" в течение всего контроля. Показания трещин сравнивают в соответствии с IH-641.1; при этом блок "B" должен находиться в предложенном температурном диапазоне, а блок "A" в диапазоне 40 - 125°F (5 - 52°C).

Для квалификации процедуры при температуре выше 125°F (52°C) необходимо установить минимальное и максимальное значение температуры и квалифицировать процедуру для данного температурного диапазона. Например, в случае квалификации процедуры для диапазона 126°F (52°C) - 200°F (93°C), необходимо показать способность проникающей жидкости проявлять показания на эталоне сравнения при минимальной и максимальной температуре.

III-641.3 Альтернативные методики для проникающих жидкостей с цветным красящим веществом. В качестве альтернативы к требованиям 111-641.1 и III-641.2, в случае использования проникающих жидкостей с цветным красящим веществом допускается использованием одиночного эталона сравнения для стандартного или нестандартного температурного диапазона, а также сравнение путем фотографирования.

(a) В случае использования одиночного эталона сравнения или фотографирования, необходимо использовать информацию по обработке (если требуется), указанную в III-641.1 и III-641.2. Блоки необходимо тщательно очистить между двумя этапами обработки.

Фотографирование выполняется после обработки при нестандартной температуре и после обработки при стандартной температуре. Показания в виде трещин сравнивают по двум фотоснимкам. Критерии квалификации соответствуют условиям в III-641.1.

(b) Для получения сравнительных фотоснимков необходимо использовать идентичные способы фотографирования.

СТАТЬЯ 7
МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Т-710 СФЕРА ДЕЙСТВИЯ

Если указано в справочном Разделе Норм и правил, то необходимо использовать методики магнитопорошковой дефектоскопии, описанные в настоящей статье. В общем, настоящая статья соответствует документу SE-709, Стандартное руководство для магнитопорошковой дефектоскопии. В настоящем документе указана подробная информация, которая будет рассматриваться в используемых методиках.

Если настоящая статья указана в справочном Разделе Норм и правил, то метод магнитопорошковой дефектоскопии, описанный в настоящей Статье, необходимо использовать вместе со Статьей 1, Общие требования. Определения терминов, использованных в настоящей статье см. в Обязательном Приложении II.

Т-720 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Метод магнитопорошковой дефектоскопии может использоваться для определения трещин и других поверхностных или подповерхностных несплошностей ферромагнитных материалов. Чувствительность – наибольшая для поверхностных несплошностей и быстро уменьшается с увеличением глубины подповерхностных несплошностей. Типичные типы несплошностей, которые можно определить с помощью этого метода – это трещины, морщины, плены, непровары и расслоение.

В принципе, этот метод включает намагничивание зоны, которая будет обследоваться, и нанесение ферромагнитных частиц (среды обследования) на поверхность. Частицы сформируют порошковые фигуры на поверхности, где трещины и другие нарушения сплошности вызывают искажение нормального магнитного поля. Эти фигуры обычно характерны для типа нарушения сплошности, которая выявлена.

Вне зависимости от того, какая методика используется для образования магнитного потока в детали, максимальная чувствительность будет в случае линейных несплошностей, которые ориентированы перпендикулярно линиям потока. Для оптимальной эффективности при определении любых типов несплошностей каждая зона должна обследоваться как минимум два раза, с линиями потока во время одного испытания примерно перпендикулярными линиям потока во время второго испытания.

Т-721 Требования к письменной процедуре

Т-721.1 Требования. Магнитопорошковая дефектоскопия должна проводиться в соответствии с письменной процедурой, которая, как минимум, должна включать требования, приведенные в Таблице Т-721. В письменной процедуре должны быть определены отдельные значения или диапазон значений для каждого требования.

Т-721.2 Квалификация методики. Когда квалификация методики определена справочным Разделом Норм и правил, изменение требования в Таблице Т-721, определенного как значимая переменная, должно сопровождаться повторной квалификацией письменной процедуры доказательством. Изменение требования, определенного как незначимая переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения значимых и незначимых переменных из тех, которые определены в рамках письменной процедуры, потребуют пересмотра или дополнения письменной процедуры. 07

Т-730 ОБОРУДОВАНИЕ

Необходимо использовать подходящие и соответствующие средства для образования необходимого магнитного потока в детали, с применением одной или более методик, перечисленных и описанных в Т-750.

Т-731 Среда обследования

Тонко диспергированные ферромагнитные частицы, используемые для обследования, должны отвечать следующим требованиям.

(a) Типы частиц. Частицы должны рассматриваться по способности предавать цвет (флуоресцентные пигменты, нефлуоресцентные пигменты или и то, и другое), чтобы обеспечить их как можно большую видимость (контрастность) на фоне обследуемой поверхности.

(b) Частицы. Сухие и влажные частицы и растворители суспензий должны соответствовать SE-709. 07

(c) Ограничения температуры. Частицы необходимо использовать в пределах ограничений диапазона температур, установленных изготовителем частиц. Альтернативно, частицы можно использовать не по рекомендациям изготовителя частиц, при условии, что методика квалифицирована в соответствии со Статьей 1, Т-150 при предлагаемой температуре.

ТАБЛИЦА Т-721
ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Требование	Значимая переменная	Незначимая переменная
Методика намагничивания	X	…
Тип тока намагничивания или сила тока в амперах вне диапазона, определенного настоящей статьей или как ранее определено	X	…
Подготовка поверхности	X	…
Магнитные частицы (флуоресцентные/видимые, цвет, размер частиц, влажные/сухие)	X	…
Метод нанесения частиц	X	…
Метод удаления излишка частиц	X	…
Минимальная интенсивность освещения	X	…
Имеющееся покрытие, более доказанной толщины	X	…
Увеличение контрастности немагнитной поверхности при использовании	X	…
доказательство производительности, если требуется	X	…
Температура поверхности обследуемой детали вне пределов диапазона температур, рекомендованных изготовителем частиц или как ранее определено	X	…
Форма или размер объекта обследования	…	X
Оборудование аналогичного типа	…	X
Температура (в пределах, определенных изготовителем, или как ранее определено)	…	X
Методика размагничивания	…	X
Методика очистки после обследования	…	X
Требования к аттестации персонала	…	X

Т-740 ДРУГИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-741 Обработка поверхности

Т-741.1 Подготовка

(a) Удовлетворительные результаты обычно можно получить, когда поверхности находятся в состоянии непосредственно после сварки, прокатки, литья, ковки. Однако подготовка поверхности шлифовкой или обработкой на станке может понадобиться, если неровности поверхности могут замаскировать показания от несплошностей.

(b) До начала проведения магнитопорошковой дефектоскопии поверхность необходимо обследовать и все прилегающие зоны в пределах как минимум 1 дюйма (25 мм) должны быть сухими и не иметь грязи, смазки, бумажной пыли, окалины, сварочных флюсов и брызг, масла или других примесей, которые могут помешать обследованию.

(c) Очистку можно завершить с помощью моющих средств, органических растворителей, растворителей для удаления окалины, растворителя краски, обезжиривания в парах растворителя, пескоструйной очистки или методами ультразвуковой очистки.

(d) Если в зоне обследования на детали остаются покрытия, необходимо доказать, что показания можно определить через максимальную толщину нанесенного покрытия. При использовании метода ярма переменного тока, доказательство должно соответствовать Обязательному приложению I настоящей статьи.

Т-741.2 Увеличение контрастности немагнитных поверхностей. Инспектор может наносить контрастные вещества на немагнитные непокрытые поверхности только в количестве, достаточном для увеличения контраста частиц. При применении увеличения контраста немагнитных поверхностей, необходимо доказать, что показания можно выявить посредством данного увеличения.

Измерение толщины увеличения при нанесении контрастных веществ на немагнитные поверхности не требуется.

ПРИМЕЧАНИЕ: Рекомендации по доказательству, требуемому в Т-741.1(d) и Т-741.2, см. в Т-150(a).

Т-750 ПРИЕМЫ

Т-751 Приемы

Необходимо использовать одну или более из следующих пяти методик намагничивания:

(a) прием использования электрода
(b) прием продольного намагничивания
(c) прием кругового намагничивания
(d) прием использования ярма
(e) прием разнонаправленного намагничивания

Т-752 ПРИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДА

Т-752.1 Процедура намагничивания. В случае с использованием методики намагничивания электродом намагничивание выполняется переносными контактами типа «электрод», прижимаемыми к поверхности в зоне обследования. Во избежание образования дуги необходимо обеспечить дистанционный контрольный переключатель, который может быть встроен в ручку электрода, для возможности подачи тока после соответствующего размещения электрода.

Т-752.2 Ток намагничивания. Необходимо прикладывать постоянный или выпрямленный ток намагничивания. Ток должен составлять от 100 (минимум) А/дюйм (4 А/мм) до 125 (максимум) А/дюйм (5 А/мм) между электродами для участков толщиной 0,76 дюйма (19 мм) или больше. Для участков толщиной менее 0,76 дюймов (19 мм), ток должен быть от 90 А/дюйм (3,6 А/мм) до 110 А/дюйм (4,4 А/мм) между электродами.

Т-752.3 Расстояние между электродами. Расстояние между электродами не должно превышать 8 дюймов (200 мм). Более близкое расположение может использоваться для размещения геометрических границ обследуемой зоны или для увеличения чувствительности, но расположения электродов на расстоянии менее 3 дюймов (75 мм) друг от друга обычно не используется из-за скопления частиц вокруг электродов. Концы электродов должны быть чистыми и отшлифованными. Если напряжение разомкнутой цепи источника тока намагничивания больше 25 В, то рекомендуется использовать электроды со свинцовыми, стальными или алюминиевыми (а не медными) концами во избежание образования отложений меди на обследуемой детали.

Т-753 Прием продольного намагничивания

Т-753.1 Процедура намагничивания. В случае настоящего метода намагничивание выполняется пропусканием тока через многовитковую неподвижную катушку (или кабели), которыми оборачивают обследуемую деталь или секцию детали. В данном случае образуется продольное магнитное поле, параллельное оси катушки. Если используется неподвижная катушка с готовой обмоткой, то во время обследования деталь необходимо поместить рядом с катушкой. Это особенно важно, когда отверстие катушки более чем в 10 раз превышает площадь поперечного сечения детали.

Т-753.2 Напряженность магнитного поля. Для намагничивания деталей, обследуемых по настоящему методу, необходимо использовать постоянный или выпрямленный ток. Требуемая напряженность магнитного поля должна быть вычислена по длине *L* и диаметру *D* детали в соответствии с Т-753.2(a) и (b) или как указано ниже в (d) и (e). Длинные части должны обследоваться секциями, не превышающими 18 дюймов (450 мм) в длину, а значение 18 дюймов (450 мм) необходимо применять для *L* детали при расчете требуемой напряженности поля. Для нецилиндрических деталей *D* должно быть максимальной диагональю поперечного сечения.

(a) Детали с соотношениями L/D равными или большими 4. Ток намагничивания должен быть в пределах ±10% значения ампер-витков, определенного следующим образом:

$$Ампер-витки = \frac{35{,}000}{(L/D)+2}$$

Например, деталь длиной 10 дюймов (250 мм) X диаметром 2 дюйма (50 мм) имеет соотношение *LID равное* 5. Следовательно,

$$\frac{35.000}{(L/D)+2} = 5000\ ампер-витков$$

(b) Детали с соотношениями L/D меньше 4, но не менее 2. Намагничивающие ампер-витки должны быть в пределах ±10% значения ампер-витков, определенного следующим образом:

$$Ампер-витки = \frac{45{,}000}{L/D}$$

(c) Детали с соотношениями L/D менее 2. Нельзя применять методику намагничивания катушкой.

(d) Если зона для обследования превышает 9 дюймов (225 мм) с каждой стороны центра катушки, соответствие поля необходимо доказать с использованием индикатора магнитного поля или прокладок с искусственными надрезами согласно Т-764.

(e) Для больших деталей из-за их размера и формы ток намагничивания должен быть от 1200 ампер-витков до 4500 ампер-витков. Соответствие поля необходимо доказать с помощью прокладок с искусственными надрезами или дискового индикатора магнитного поля в соответствии с Т-764. В приемах опоясывающего намагничивания катушкой нельзя использовать гауссметр с датчиком Холла.

Т-753.3 Ток намагничивания. Ток, необходимый для получения нужной напряженности намагничивающего поля, должен определяться делением ампер-витков, полученных в Т-753.2(a) или (b), на число витков катушки, как указано ниже:

$$\text{Ампер (показания счетчика)} = \frac{\text{ампер} - \text{витки}}{\text{витки}}$$

Например, если используется 5-витковая катушка и требуемое значение ампер-витков 5000, используется следующая формула

$$\frac{5000}{5} = 1000\ \text{ампер}\ (\pm 10\%)$$

Т-754 Методика кругового намагничивания

Т-754.1 Метод прямого контакта

(a) Процедура намагничивания. Для этой методики намагничивание выполняется пропусканием тока через исследуемую деталь. При этом образуется *круговое* магнитное поле, которое относительно перпендикулярно направлению электрического тока в детали.

(b) Ток намагничивания. Необходимо использовать постоянный или выпрямленный (однополупериодный или двухполупериодный выпрямленный) ток намагничивания.

(/) Ток должен быть от 300 А/дюйм (12 А/мм) до 800 А/дюйм (31 А/мм) по наружному диаметру.

(2) Для деталей с геометрической формой, не представляющей круг, с наибольшей диагональю поперечного сечения в плоскости под прямыми углами к электрическому току должны быть определены значения в дюймах по длине, которые будут использоваться в Т-754.1(b)(1), приведенном выше.

(3) Если невозможно получить уровни токов, требуемых согласно (b)(1), необходимо использовать максимально возможный ток, а соответствие поля необходимо доказать согласно Т-764.

Т-754.2 Прием центрального кондуктора

(a) Процедура намагничивания. В данной методике для обследования внутренних поверхностей цилиндрических деталей или деталей кольцевой формы используется центральный кондуктор. Методика центрального кондуктора также может

РИС. T-754.2.1 ПРИЕМ ОДНОПРОХОДНОГО И ДВУХПРОХОДНОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА

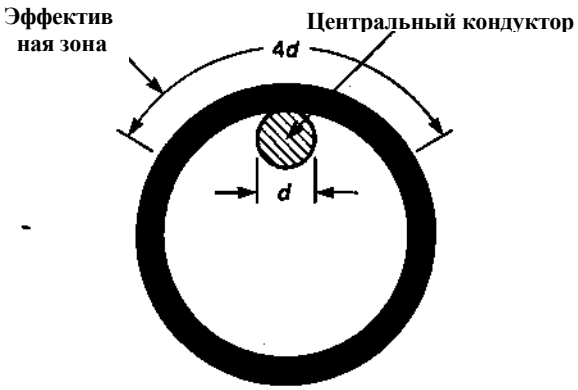


исследовать, то кондуктор необходимо расположить как можно ближе к внутренней стороне цилиндра. Если кондуктор не отцентрирован, окружность цилиндра необходимо обследовать путем приращения. Необходимо использовать замеры напряженности поля согласно T-764 для определения распространения дуги, которую можно обследовать для каждого положения кондуктора или можно следовать правилам, приведенным ниже в T-754.2(c). Для наведения кругового намагничивания можно использовать прутки или кабели, пропущенные через высверленное отверстие цилиндра.

(b) Ток намагничивания. Требуемая напряженность поля для однопроходного центрального кондуктора должна равняться значению, определенному в T-754.1(b). Магнитное поле увеличится пропорционально числу раз пропускания кабеля через полую часть центрального кондуктора. Например, если для обследования детали необходимо 6000 ампер при однопроходном центральном кондукторе, то когда кабель пропускается два раза – требуется 3000 ампер, и 1200 ампер, если кабель пропускается 5 раз (см. Рис. T-754.2.1). При использовании методики центрального кондуктора соответствие магнитного поля должно быть подтверждено с помощью индикатора поля магнитных частиц согласно T-764.

(c) Смещенный центральный кондуктор. Когда кондуктор, проходящий через деталь, помещен напротив внутренней стенки детали, то должны прикладываться значения токов, как указано в T-754.1 (b)(1), за исключением случаев, когда диаметр, используемый в расчетах тока, будет суммой диаметра центрального кондуктора и двойной толщины стенки. Расстояние по длине окружности детали (наружной), которое эффективно намагничивается, должно приниматься, как диаметр центрального кондуктора, умноженный на четыре, как показано на Рис. T-754.2.2. Полную окружность необходимо обследовать вращением детали на кондукторе, предусматривая примерно 10% перекрытие магнитного поля.

РИС. T-754.2.2 ЭФФЕКТИВНАЯ ЗОНА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМЕЩЕННОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА



A08 T-755 Прием с использованием ярма

Для настоящего приема необходимо использовать электромагнитное ярмо переменного или постоянного тока или ярмо постоянного электромагнита.

T-756 Метод разнонаправленного намагничивания

T-756.1 Процедура намагничивания. В настоящем приеме намагничивание производится блоками питания высокой силы тока в амперах, обслуживающими три цепи, которые получают питание одновременно один за другим. Эффект этих быстро меняющихся токов намагничивания – образование полного намагничивания детали в нескольких направлениях. Круговые или продольные магнитные поля могут вырабатываться в любой комбинации с помощью различных методов, описанных в T-753 и T-754.

T-756.2 Напряженность магнитного поля. Для намагничивания детали необходимо использовать только трехфазный, двухполупериодный выпрямленный ток. Первоначальные требования тока намагничивания для каждой цепи необходимо установить с помощью ранее приведенных руководств (см. T-753 и T-754). Соответствие магнитного поля необходимо доказать с помощью прокладок с искусственными дефектами или индикатора поля магнитных частиц секторного типа согласно T-764.

Нельзя использовать гауссметр с датчиком Холла для измерения соответствия поля методике разнонаправленного намагничивания. Соответствующее поле необходимо получить, по меньшей мере, в двух примерно перпендикулярных направлениях, а напряженности полей должны быть сбалансированы таким образом, чтобы сильное поле в одном направлении не разрушало поле в другом направлении. Для зон, где невозможно доказать соответствующие напряженности поля, необходимо использовать дополнительные магнитопорошковые методики для получения требуемого двунаправленного охвата.

Т-760 КАЛИБРОВКА

Т-761 Периодичность калибровки

Т-761.1 Оборудование для намагничивания

(a) Периодичность. Калибровку оборудования для намагничивания амперметром необходимо проводить минимум раз в год, или если проводился капитальный ремонт электрической части оборудования, периодический ремонт или было повреждение. Если оборудование не использовалось в течение года или более, необходимо провести калибровку перед первым использованием.

(b) Процедура. Точность измерительного прибора установки должна ежегодно подтверждаться с помощью оборудования, пригодного для контроля по национальным стандартам. Сравнительные показания необходимо взять, как минимум, для трех разных уровней токов на выходе, попадающих в применяемый диапазон.

(c) Допуски. Показание измерительного прибора установки не должно отклоняться более чем на ±10% полной шкалы относительно фактических значений тока, как показывает контрольный измерительный прибор.

Т-761.2 Люксметры. Калибровку люксметров, как видимого, так и флуоресцентного (невидимого) света, необходимо проводить минимум раз в год или если проводился их ремонт. Если приборы не использовались в течение года или более, необходимо провести калибровку перед применением.

Т-762 Подъемная сила ярма

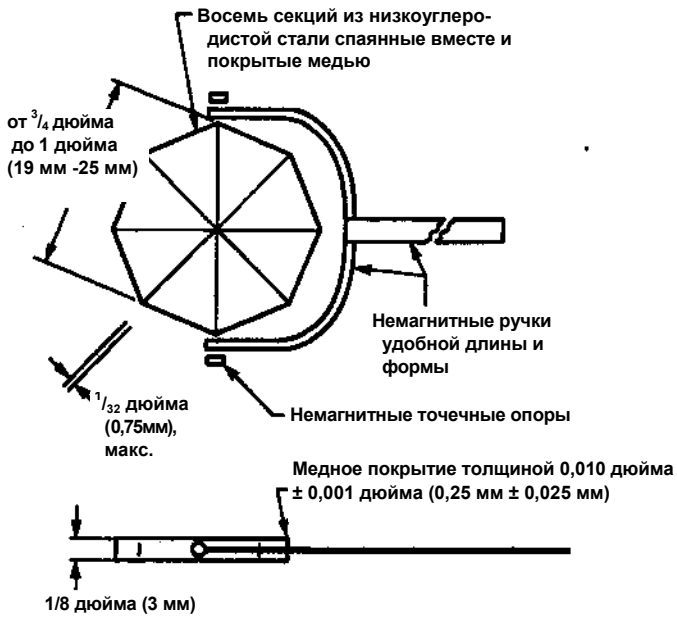
(a) Перед использованием необходимо проверить силу намагничивания электромагнитных отклоняющих катушек в течение последнего года. Сила намагничивания отклоняющих катушек постоянного электромагнита должна проверяться ежедневно до использования. Необходимо проверять силу намагничивания каждого ярма, если они были повреждены или проходили ремонт.

(b) Каждое электромагнитное ярмо переменного тока должно иметь подъемную силу как минимум 10 фунтов (4,5 кг) при максимальном шаге полюсов, который будет использоваться.

(c) Каждое электромагнитное ярмо постоянного тока или постоянного электромагнита должно иметь подъемную силу минимум 40 фунтов (18 кг) при максимальном шаге полюсов, который будет использоваться.

(d) Каждый вес должен быть определен на весах известного производителя, и должна быть нанесена маркировка по трафарету соответствующего номинального веса до первого использования.

РИС. Т-764.1.1 ИНДИКАТОР МАГНИТНОГО ПОЛЯ СЕКТОРНОГО ТИПА



Проверка веса проводится повторно только при повреждении, которое может вызвать потенциальную потерю материала.

Т-763 Гауссметры

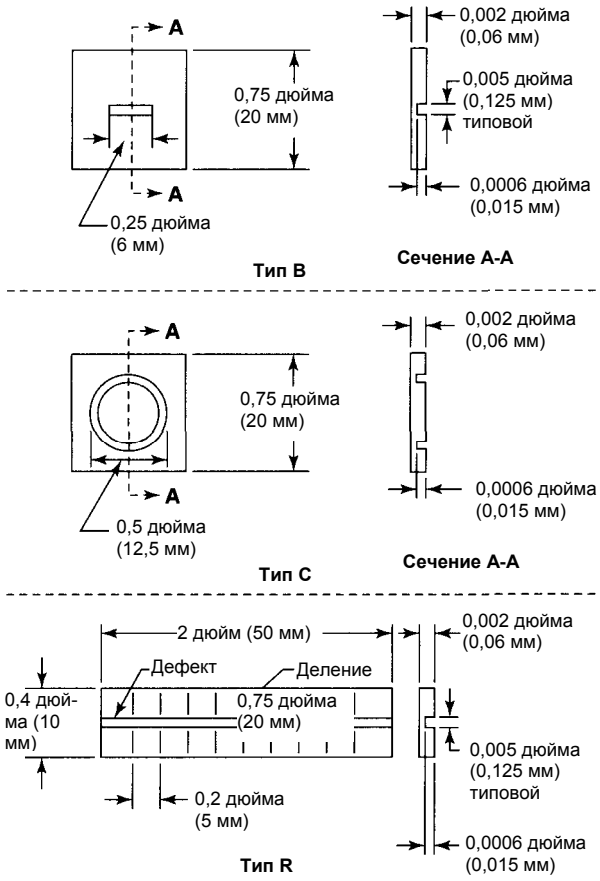
Гауссметры с датчиками Холла, используемые для поверки напряженности поля намагничивания согласно Т-754, должны проходить калибровку минимум раз в год или если они проходили капитальный ремонт, периодический ремонт или были повреждены. Если оборудование не использовалось в течение года или дольше, необходимо провести калибровку до первого использования.

Т-764 Соответствие и направление магнитного поля

Т-764.1 Соответствие магнитного поля. Прилагаемое магнитное поле должно иметь соответствующую напряженность для получения удовлетворительных показаний, но не должно быть настолько сильным, чтобы оно маскировало соответствующие показания несоответствующим скоплением магнитных частиц. Факторы, которые влияют на необходимую напряженность магнитного поля, включают в себя размер, форму и магнитную проницаемость материала; прием намагничивания; покрытия; метод нанесения частиц; и тип и расположение несплошностей, которые необходимо выявить. Если необходимо провести поверку соответствия напряженности магнитного поля, то она должна быть проведена с помощью одного или нескольких из трех нижеприведенных методов.

Т-764.1.1 Индикатор поля магнитных частиц секторного типа. Индикатор, показанный на Рис. Т-764.1.1, должен быть расположен на обследуемой поверхности таким образом, чтобы сторона с медным покрытием не контактировала с обследуемой поверхностью. Соответствующая напряженность поля определяется, когда явно выраженная…..

РИС. Т-764.1.2.1 ПРОКЛАДКИ С ИСКУССТВЕННЫМИ ДЕФЕКТАМИ



ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Выше приведены примеры прокладок с искусственными дефектами, используемые при поверке систем магнитопорошковой дефектоскопии (не в масштабе). Прокладки изготовлены из низкоуглеродистой стали (1005 стальная фольга). Искусственные дефекты нанесены путем травления или обработки на станке по одной стороне фольги на глубину 30% от толщины фольги.

07 **Т-764.1.2 Прокладки с искусственными дефектами.** Необходимо использовать одну из прокладок, показанных на Рис. Т-764.1.2.1 или Рис. Т-764.1.2.2, которая ориентирована таким образом, что у нее может быть элемент, перпендикулярный прилагаемому магнитному полю. Прокладки с линейными надрезами должны быть ориентированы таким образом, чтобы, как минимум, один надрез был перпендикулярен прилагаемому магнитному полю. Прокладки с одним круговым надрезом могут использоваться для любого направления. Прокладки необходимо прикладывать стороной с искусственными дефектами к обследуемой поверхности. Соответствующая напряженность поля обеспечивается, когда явно выраженная линия (или линии) магнитных частиц, отображающая 30% глубины дефекта, появляется (появляются) на поверхности прокладки при нанесении магнитных частиц одновременно с приложением силы намагничивания. Если не происходит формирования явно выраженной линии частиц, то, при необходимости, методику намагничивания можно сменить. Индикаторы с прокладками лучше использовать в процедурах с применением влажных частиц.

ПРИМЕЧАНИЕ: Круглые прокладки, показанные на Рис. Т-764.1.2.2, карт. (b), также имеют глубину дефектов меньше и больше 30%.

Т-764.1.3 Датчик Холла для определения тангенциального поля. Максимальное значение тангенциального поля должно измеряться с помощью гуссметра с датчиком Холла для определения тангенциального поля. Датчик необходимо поместить на обследуемую поверхность таким образом, чтобы определить максимальную напряженность поля. Соответствующая напряженность поля обеспечивается, когда измеренное поле находится в диапазоне от 30 Г до 60 Г (от 2,4 кА/м$^{-1}$ до 4,8 кА/м$^{-1}$) пока прилагается сила намагничивания. См. Статью 7, Необязательное приложение А.

Т-764.2 Направление магнитного поля. Направление намагничивания должно определяться показаниями частиц, полученными с помощью индикатора или тонких прокладок, как показано на Рис. Т-764.1.1 или Рис. Т-764.1.2. Если формирования явно выраженной линии частиц в желаемом направлении не получится, то необходимо сменить методику намагничивания.

Т-764.2.1 Для методик разнонаправленного намагничивания, ориентация линий потока должна быть обеспечена минимум в двух примерно перпендикулярных направлениях. Если формирование явно выраженных линий частиц не происходит минимум в двух примерно перпендикулярных направлениях, то необходимо сменить методику намагничивания.

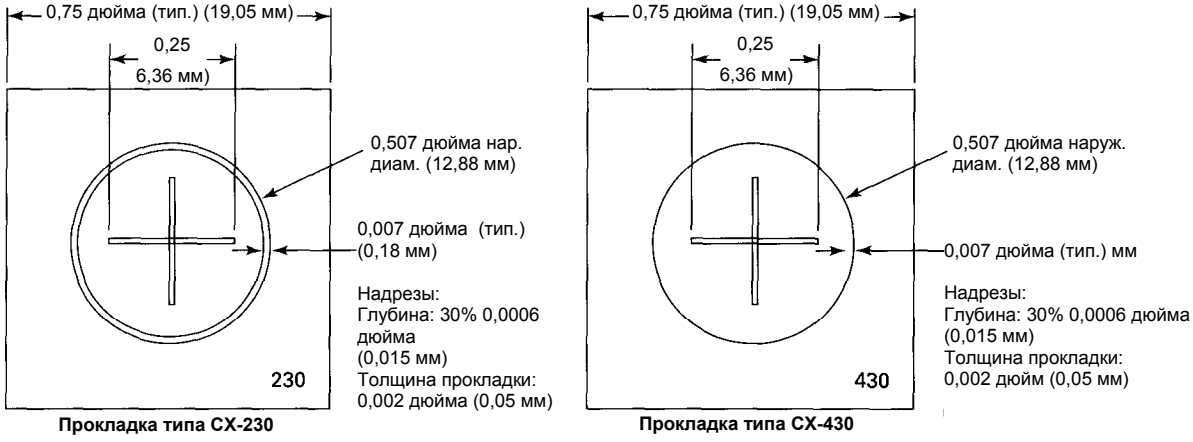
Т-764.3 Определение соответствия и направления намагничивающих полей с помощью индикаторов магнитного поля или прокладок с искусственными дефектами допускается, только если разрешено специальной ссылкой в приемах намагничивания в Т-753.2(d), Т-753.2(e), Т-754.1(b)(3), Т-754.2(a), Т-754.2(b) и Т-756.2.

Т-765 Концентрация влажных частиц и загрязнение

Концентрация среды и загрязнение среды горизонтальных установок для влажного метода должны определяться измерением объема отстаиваемой жидкости. Это можно осуществить по стандарту ASTM Test Method D 96 с использованием грушевидной центрифуги-пробирки с 1мл ножкой (с делениями 0,05мл) для суспензий флуоресцентных частиц или 1,5мл ножкой (с делениями 0,1мл) для нефлуоресцентных суспензий. Пред получением проб суспензию необходимо пропустить через систему рециркуляции в течение, как минимум, 30 минут, чтобы убедиться в тщательном перемешивании всех частиц, которые могли осесть на сетке отстойника и вдоль стенок или дне резервуара.

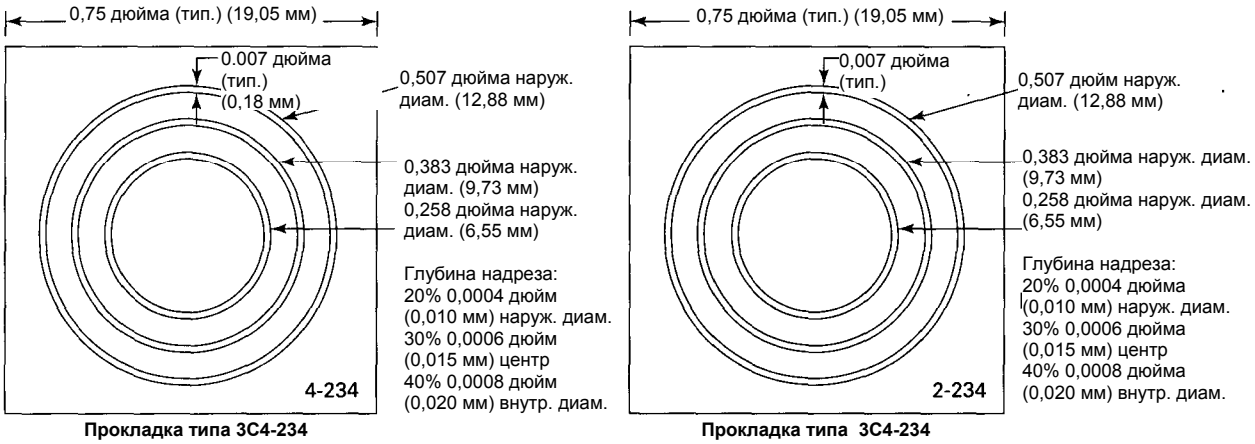
Т-765.1 Концентрация. Возьмите 100мл суспензии из шланга или патрубка, размагнитьте и оставьте его оседать примерно на 60 минут с суспензиями петролейного дистиллята или на 30 минут с суспензиями на основе воды перед снятием показаний. Объем осадка на дне трубки является показательным в отношении концентрации частиц в среде.

РИС. Т-764.1.2.2 ПРОКЛАДКИ С ИСКУСТВЕННЫМИ ДЕФЕКТАМИ



Прокладка типа СХ-230 **Прокладка типа СХ-430**

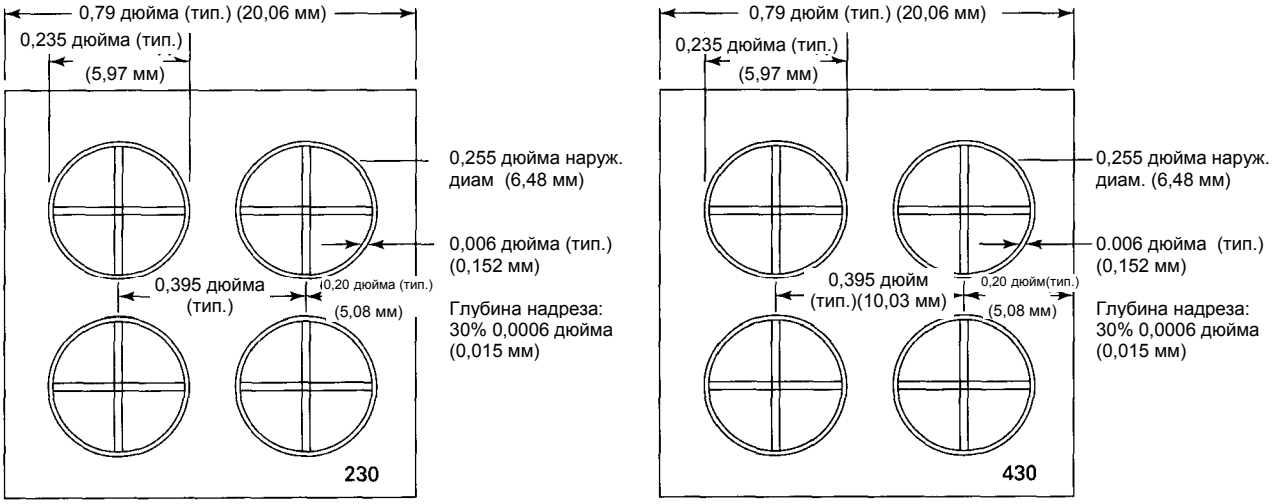
(a)



Прокладка типа 3С4-234
Толщина прокладки 0,004 дюйма (0,102 мм)

Прокладка типа 3С4-234
Толщина прокладки 0.004 дюйма (0,102 мм)

(b)



Толщина прокладки 0,002 дюйма (0,051 мм)
Прокладка типа СХ-230

Толщина прокладки 0,002 дюйма (0,051 мм)
Прокладка типа СХ-230

(c)

Т-765.2 Объемы осадка. Для флуоресцентных частиц рекомендуемый объем осадка составляет от 0,1 мл до 0,4 мл в 100 мл образца среды и от 1,2 мл до 2,4 мл на 100 мл растворителя для нефлуоресцентных частиц, если иного не одобрено изготовителем частиц. Проверки концентрации необходимо проводить, как минимум, каждые восемь часов.

Т-765.3 Загрязнение. Как флуоресцентные, так и нефлуоресцентные суспензии должны периодически проверятся на загрязнения, такие как грязь, окалина, масло, пух, обесцвеченный флуоресцентный пигмент, вода (в случае с масляной суспензией) и скопления частиц, которые могут оказать отрицательное воздействие на характеристики процесса магнитопорошковой дефектоскопии. Испытание на загрязнение необходимо проводить, минимум, раз в неделю.

(a) Загрязнение носителя. Для флуоресцентных сред жидкость, непосредственно над осадком должна исследоваться с помощью невидимого излучения. Жидкость будет немного светиться флуоресцентным светом. Ее цвет можно сравнить с образцом, только что полученным с применением тех же материалов, или с неиспользованным образцом из первоначальной среды, который был оставлен для этих целей. Если «использованный» образец значительно более флуоресцентный, чем сравниваемый эталон, то среду необходимо заменить.

(b) Загрязнение частиц. Часть пробирки с градуировкой должна обследоваться при невидимом излучении, если среда флуоресцентна, и при видимом свете (как для флуоресцентных, так и для нефлуоресцентных частиц) в отношении бороздок и полосок, отличий в цвете или виде. Полоски или бороздки могут указывать на загрязнение. Если общий объем загрязнений, включая полоски или бороздки, превышают 30% объема магнитных частиц, или если внешний вид жидкости показывает значительную флуоресцентность (см. 20.6.4.1), то среду необходимо заменить.

Т-766 Системная производительность горизонтальных установок

При оценке и сравнении общей производительности и чувствительности приемов дефектоскопии как сухими, так и влажными, как флуоресцентными, так и нефлуоресцентными магнитными частицами необходимо использовать образец-кольцо Кетос (Бетц) (см. Рис. Т-766.1) при применении приема использования центрального кондуктора.

(a) Образец-кольцо Кетос (Бетц). Кольцо из инструментальной стали (Кетос) должно быть получено механической обработкой из материала AISI 01 согласно Рис. Т-766.1. Либо механически обработанное кольцо, либо стальная заготовка должно пройти отжиг при температуре 1650°F (900°C), охлаждение на 50°F (28°C) час до 1000°F (540°C), а затем охлаждение на воздухе до температуры окружающей среды для получения сопоставимых результатов с использованием подобных колец, которые прошли такую же обработку. Материалы и термообработка – важные переменные. Опыт показывает, что контроль мягкости кольца только по твердости (от 90 до 95 HRB) недостаточен.

(b) Использование кольца-образца. Кольцо-образец (см. Рис. Т-766.1) намагничено по кругу двухполупериодным выпрямленным переменным током, пропущенным через центральный кондуктор с диаметром отверстия от 1 дюйма до 1,28 дюйма (от 25 мм до 32 мм), расположенным в центре кольца. Длина кондуктора должна быть больше 16 дюймов (400 мм). Прилагаемые токи должны быть 1400, 2500 и 3400 ампер. Минимальное количество отверстий должно быть три, пять и шесть соответственно. Необходимо обследовать край кольца либо невидимым, либо видимым светом, в зависимости от используемых частиц. Настоящее испытание необходимо проводить при трех силах тока в амперах, если установка будет использоваться при этих или больших силах тока в амперах. Указанные значения силы тока в амперах при испытании превышать нельзя. Если при испытании не выявляется необходимое количество отверстий, то оборудование необходимо изъять из использования, а причина потери чувствительности должна быть определена и устранена. Настоящее испытание необходимо проводить минимум раз в неделю.

Т-770 ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Т-771 Предварительная дефектоскопия

Перед проведением магнитопорошковой дефектоскопии необходимо обследовать поверхность на определение всех несплошностей поверхности, которые могут не притянуть и не удержать магнитные частицы ввиду своей ширины.

Т-772 Направление намагничивания

Необходимо провести минимум два разных обследования каждой зоны. Во время второго обследования линии магнитного потока должны располагаться примерно перпендикулярно к линиям первого испытания. Для второго обследования могут применяться отличные приемы намагничивания.

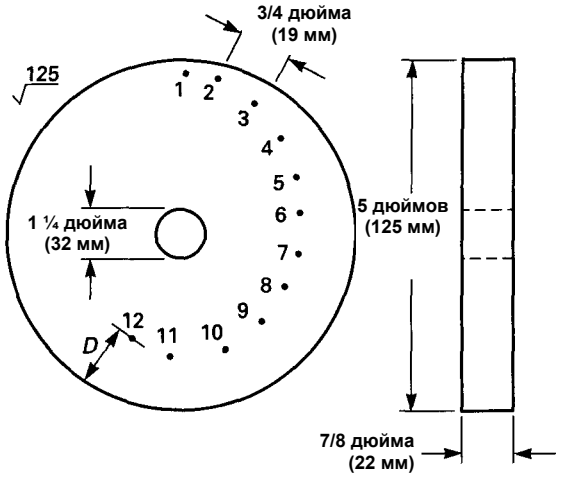
Т-773 Метод дефектоскопии

Ферромагнитные частицы, применяемые в среде обследования, могут быть как влажными, так и сухими, а также могут быть как флуоресцентными, так и нефлуоресцентными. Обследование (обследования) должны проводиться непрерывным способом.

(a) Сухие частицы. Ток намагничивания должен оставаться во время нанесения среды обследования, а также при удалении излишка среды.

(b) Влажные частицы. Ток намагничивания должен подключаться после нанесения частиц. Поток частиц должен остановиться с подключением тока. Влажные частицы, нанесенные из аэрозольных распылительных баллончиков, могут наноситься до и/или после подачи тока. Влажные частицы можно наносить во время подключения тока намагничивания, если они не наносятся непосредственно на зону обследования и проходят над зоной обследования или наносятся непосредственно на зону обследования с низкими скоростями, недостаточными для удаления аккумулированных частиц.

РИС. T-766.1 КОЛЬЦО-ОБРАЗЕЦ КЕТОС (БЕТЦ)



Отверстие	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Диаметр	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
[Примеч. (1)]	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)	(1,8 мм)
"D"	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84
[Примеч. (2)1	(1,8 мм)	(3,6 мм)	(5,3 мм)	(7,1 мм)	(9,0 мм)	(10,8 мм)	(12,6 мм)	(14,4 мм)	(16,2 мм)	(18,0 мм)	(19,8 мм)	(21,6 мм

ПРИМЕЧАНИЯ:
(1) Все диаметры отверстий – в пределах ±0,005 дюйм (±0,1 мм). Количество отверстий 8-12, по выбору.
(2) Допуски на размер *D* составляет ±0,005 дюйма (±0,1 мм).

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:
(a) Все размеры – в пределах ±0,03 дюйма (±0,8 мм) или как указано в Примечаниях (1) и (2).
(b Все размеры – в дюймах, за исключением указанных иначе.
(c) Материал – инструментальная сталь ANSI 01 из отожженного круглого прутка.
(d) Кольцо может пройти термообработку следующим образом: Нагрето от 1400°F до 1500°F (760°C – 790°C). Выдержка при данной температуре в течение часа. Охлаждение за час на 40°F (22°C за час) до менее 1000°F (540°C). Охлаждение в печи или на воздухе до комнатной температуры. Проведите чистовую обработку кольца до шероховатости RMS 25 и обеспечьте защиту от коррозии.

T-774 Охват дефектоскопии

Все обследования необходимо проводить с достаточным перекрытием полей, чтобы гарантировать 100% охват при требуемой чувствительности (T-764).

T-775 Выпрямленный ток

(a) Если требуется постоянный ток, то можно применять выпрямленный ток. Выпрямленный ток для намагничивания должен быть либо трехфазным (двухполупериодный выпрямленный) током, либо однофазным (однополупериодный выпрямленный) током.

(b) Сила тока в амперах, требуемая при трехфазном, двухполупериодном выпрямленном токе, должна быть подтверждена измерением средней величины тока.

(c) Сила тока в амперах при однофазном (однополупериодном выпрямленном) токе должна быть подтверждена измерением средней величины тока на выходе только при проведении полупериода.

(d) При измерении однополупериодного выпрямленного тока с помощью контрольного измерительного прибора постоянного тока показания должны быть умножены на два.

T-776 Удаление излишка частиц

Скопления излишка сухих частиц при обследовании должны удаляться с помощью легкой воздушной струи из баллона или спринцовки, или других источников сухого воздуха низкого давления. Ток или энергия обследования должны поддерживаться, пока удаляются излишки частиц.

T-777 Интерпретация

Интерпретация должна определить показание как ложное, незначимое или значимое. В случае с ложными и незначимыми показаниями необходимо подтвердить их ложность или незначимость. Интерпретацию необходимо провести с целью определить расположение показаний и характер показания.

необходимо провести с целью определения расположения показаний и характера показаний.

T-777.1 Видимые магнитные частицы (с цветовым контрастом). Нарушения сплошности поверхности обозначаются скоплением магнитных частиц, которые должны контрастировать с обследуемой поверхностью. Цвет магнитных частиц должен значительно отличаться от цвета обследуемой поверхности. Минимальная интенсивность света на обследуемой поверхности должна быть 100 фут-свеча (1000 люкс), чтобы гарантировать соответствующую чувствительность во время обследования и оценки показаний. Необходимо продемонстрировать источник света, применяемую методику и поверку уровня света один раз, зафиксировать данные в документах и хранить в файле.

T-777.2 Флуоресцентные магнитные частицы. С флуоресцентными магнитными частицами методика практически та же, что и в T-777.1, за исключением того, что обследование проводится с использованием ультрафиолетового света, называемого *невидимым светом.* Обследование необходимо проводить следующим образом:

(a) Оно должно проводиться в затемненной зоне.

(b) Лицо, проводящее испытание, должно находиться в затемненной зоне в течении как минимум 5 минут до проведения обследования, чтобы глаза привыкли к темноте. Носимые экспертами очки или линзы не должны быть светочувствительными.

(c) Ультрафиолетовый свет должен достигать как минимум 1000 мкВт/см^2 на поверхности обследуемой детали в течение всего обследования.

(d) Необходимо проверить отражатели и фильтры и, при необходимости, очистить их до использования. Фильтры с трещинами или сломанные фильтры необходимо немедленно заменить.

(e) Интенсивность невидимого излучения необходимо измерить с помощью люксметра невидимого излучения до начала использования, если работа источника питания света была прервана или источник питания менялся, а также по завершении обследования или серии обследований.

T-778 Размагничивание

Если остаточная намагниченность детали может помешать последующей обработке или использованию, то деталь необходимо размагнитить в любое время после завершения обследования.

T-779 Очистка после обследования

Если требуется очистить деталь после обследования, то это необходимо сделать как можно скорее с помощью метода, который не окажет отрицательного воздействия на деталь.

T-780 ОЦЕНКА

(a) Все показания необходимо оценить в показателях стандартов на приемку продукции соответствующего раздела Норм и правил.

(b) Поверхностные или приповерхностные несплошности обозначаются удерживанием среды обследования. Однако локальные неровности поверхности от следов механической обработки или других состояний поверхности могут дать ложные показания.

(c) Широкие зоны скопления частиц, которые могут замаскировать показания несплошностей, запрещены, подобные зоны должны быть очищены и повторно обследованы.

T-790 ДОКУМЕНТАЦИЯ

T-791 Эскиз методики разнонаправленного намагничивания

Для каждой обследуемой конфигурации необходимо подготовить эскиз методики, отражающий конфигурацию детали, схему расположения кабеля и подсоединений, ток намагничивания для каждой цепи, а также зоны обследования, где были получены соответствующие напряженности полей. Детали одинаковой конфигурации, но разных размеров, можно обследовать по одному эскизу, при условии, что напряженность магнитного поля соответствует при проведении демонстрации согласно T-755.2.

T-792 Регистрация показаний

T-792.1 Приемлемые показания. Приемлемые показания необходимо зарегистрировать, как определено в соответствующем Разделе Норм и правил.

T-792.2 Неприемлемые показания. Неприемлемые показания необходимо зарегистрировать. Необходимо зарегистрировать, как минимум, тип показаний (линейные или сферические), расположение и объем (длина или диаметр, или совмещенный).

T-793 Отчеты о дефектоскопии

В каждом обследовании необходимо фиксировать следующую информацию:

(a) обозначение и редакция процедуры

(b) оборудование магнитопорошковой дефектоскопии и тип тока

(c) магнитные частицы (видимые или флуоресцентные, влажные или сухие)

(d) Ф.И.О. персонала, проводящего обследование, а также, если требуется соответствующим Разделом Норм и правил, уровень аттестации

(e) план или отчет показаний согласно T-792

(f) материал и толщина

(g) осветительное оборудование

(h) дата обследования

T-794 Демонстрационные испытания

Если требуется согласно соответствующему Разделу Норм и правил, необходимо зафиксировать в документах проведение демонстрационных испытаний.

СТАТЬЯ 7
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I — МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРМА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ДЛЯ ФЕРРИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НЕМАГНИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

I-710 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем Приложении приведена методология магнитопорошковой дефектоскопии и требования по оборудованию, применяемому при проведении магнитопорошковой дефектоскопии ферритных материалов с немагнитными покрытиями.

I-720 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Применяются требования статьи 7, если не внесены изменения по настоящему Приложению.

I-721 Требования письменной процедуры

I-721.1 Требования. Магнитопорошковую дефектоскопию необходимо проводить в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать минимальные требования, приведенные в Таблицах T-721 и I-721. Письменная процедура должна устанавливать единственное значение или диапазон значений для каждого требования.

I-721.2 Квалификация процедуры/утверждение приема. В случае, когда требуется квалификация процедуры, изменение требования в Таблице T-721 или 1-721, определенного как значимая переменная, от указанного значения или диапазона значений, потребует повторной квалификации письменной процедуры и утверждения приема. Изменение требования, определяемого как незначимая переменная, от указанного значения или диапазона значений, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения значимых и незначимых переменных от значения или диапазона значений, определенных письменной процедурой, потребуют пересмотра или дополнения письменной процедуры.

I-722 Аттестация персонала

Требования по аттестации должны соответствовать соответствующему Разделу Норм и правил.

I-723 Демонстрационные испытания процедуры/методики

Необходимо провести демонстрационные испытания процедуры/приема для инспектора в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и правил.

I-730 ОБОРУДОВАНИЕ

I-730.1 Оборудование для намагничивания должно соответствовать Статье 7.

I-730.2 При использовании метода с сухим порошком для нанесения порошка должна использоваться воздуходувка для порошка. В методе с сухим порошком нельзя использовать аппликаторы для нанесения частиц.

I-730.3 Магнитные частицы должны контрастировать с фоном элемента.

I-730.4 Непроводящие материалы, такие как пластиковые прокладки можно использовать для имитирования непроводящих немагнитных покрытий при квалификации процедуры и аттестации персонала.

I-740 ДРУГИЕ ТРЕБОВАНИЯ

I-741 Измерение толщины покрытия A08

Демонстрационным испытаниям процедуры и проведению дефектоскопии должно предшествовать измерение толщины покрытия в зонах обследования. Если покрытие непроводящее, то для измерения толщины может применяться методика вихревых токов или магнитная методика. Магнитная методика должна соответствовать SD-1186, Стандартные методы испытаний для неразрушающих измерений толщины сухой пленки немагнитных покрытий, нанесенных на железистое основание. Если покрытия проводящие и немагнитные, то применяемый прием определения толщины покрытия должен соответствовать SD-1186. Оборудование для измерения покрытия должно применяться согласно инструкциям изготовителя оборудования. Измерение толщины должно проводиться в точках пересечений сетки с шагом не более 2-х дюймов (50 мм) по зоне обследования и как минимум на половине максимального раствора ярма магнита за пределами зоны обследования. Толщина должна быть средним значением из трех разных показаний в пределах 1/4 дюйма (6 мм) от каждого пересечения.

ТАБЛИЦА 1-721
ТРЕБОВАНИЯ ПРИЕМА ЯРМА МАГНИТА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
НА ФЕРРИТНОМ ЭЛЕМЕНТЕ С ПОКРЫТИЕМ

Требование	Значимая переменная	Несущественная переменная
Обозначение конфигурации поверхности для обследования, включая материалы покрытия, максимальную квалифицированную толщину покрытия, и формы материала (напр., основной метал или сваренная поверхность)	X	…
Требования состояния поверхности и методы подготовки	X	…
Изготовитель и модель ярма магнита переменного тока	X	…
Изготовитель и тип магнитных частиц	X	…
Минимальный и максимальный раствор ярма магнита	X	…
Обозначение этапов при проведении обследования	X	…
Требования минимальной интенсивности освещения и подъемной силы ярма магнита переменного тока (как измерено в соответствии с квалификацией процедуры (1-721.2)	X	…
Методы идентификации показаний дефектов и различие между показаниями дефектов и ложными или незначимыми показаниями (напр., магнитная фигура или частицы, удерживаемые неровностями поверхности)	X	…
Инструкции по идентификации и подтверждению предполагаемых показаний	X	…
Метод измерения толщины покрытия	…	X
Критерии отчетов	…	X
Требования по аттестации персонала, уникальные для настоящей методики	…	X
Ссылка на протоколы квалификации процедуры	…	X

I-750 ПРИЕМ

I-751 Квалификация приема

(a) Требуется образец для квалификации. Образец должен быть той же конфигурации или профиля шва, а также иметь минимум одну поверхностную трещину не длиннее максимального размера дефекта, разрешенного применяемым критерием приемки. Материал, используемый для образца, должен быть тех же технических характеристик и термообработки, что и покрытый ферромагнитный материал для обследования. В качестве альтернативы требованиям на материал, другие материалы и термообработки могут быть квалифицированы при условии, что:

(1) Измеренная максимальная подъемная сила ярма на материале для обследования равна или больше максимальной подъемной силы квалификационного материала образца. Оба значения должны определяться тем же или сопоставимым оборудованием, а также должны быть отражены в документах согласно требованиям в 1-751(c).

(2) Все требования 1-751(b) – (g) выполняются для альтернативных материалов.

(b) Обследуйте непокрытый образец в наиболее неблагоприятном направлении, которое ожидается во время проведения производственного обследования.

(c) Зафиксируйте измеренную максимальную подъемную силу ярма магнита, уровни освещенности и результаты.

(d) Измерьте максимальную толщину покрытия на изделии для обследования в соответствии с требованиями I-741.

(e) Нанесите на образец тот же тип покрытия, проводящее или непроводящее, на максимальную толщину, измеренную на изделии для обследования. В качестве альтернативы можно использовать непроводящую прокладку для имитации непроводящих покрытий.

(f) Обследуйте покрытый образец в наиболее неблагоприятном направлении, ожидаемом во время проведения производственного обследования. Зафиксируйте измеренную максимальную подъемную силу ярма, уровни освещенности и результаты обследования.

(g) Сравните длину показания, являющуюся результатом самой длиной трещины, не длиннее максимально размера трещины, разрешенного применяемыми критериями приемки, до и после нанесения покрытия. Толщина покрытия квалифицируется, когда длина показания покрытой поверхности составляет минимум 50% длины соответствующего показания до покрытия.

(h) Повторная квалификация процедуры требуется при снижении подъемной силы ярма магнита переменного тока или уровня освещенности, или при увеличении толщины покрытия.

I-760 КАЛИБРОВКА

I-761 Максимальная подъемная сила ярма магнита

Максимальная подъемная сила ярма магнита переменного тока должна определяться фактическим раствором, который будет использован при обследовании. Это можно осуществить путем удержания ярма с 10 фунтами (4,5 кг) веса ферромагнитного материала между полюсами ярма и добавлением дополнительного веса, калиброванного по почтовым тарифам марке или другой шкале, пока ферромагнитный вес не упадет. Подъемная сила ярма должна представлять собой комбинированный вес ферромагнитного материала и дополнительные веса, пока ферромагнитный вес не упадет. Можно применять другие методы, такие как датчик нагрузки.

I-762 Измерение интенсивности освещения

Интенсивность невидимого излучения или дневного света (в зависимости от применения) на поверхности элемента должна быть не менее используемой при квалификационных испытаниях. Для испытаний необходимо использовать соответствующим образом калиброванный люксметр невидимого излучения и/или дневного света. Минимальная интенсивность дневного света или невидимого излучения должна отвечать требованиям Т-777.1 или Т-777.2, в зависимости от применения.

I-762.1 Дневной свет. Интенсивность дневного света необходимо измерять на обследуемой поверхности. Интенсивность дневного света для обследования должна быть не менее значения, использованного при квалификации.

I-762.2 Невидимое излучение. Интенсивность невидимого излучения должна измеряться на расстоянии от невидимого излучения при квалификации процедуры и на том же расстоянии на образце для обследования. Интенсивность невидимого излучения должна быть не менее значения, используемого для квалификации процедуры. Кроме того, необходимо измерить максимальную интенсивность дневного света в качестве фонового света на поверхности обследования. Фоновый дневной свет для обследования должен быть не менее используемого при квалификации.

I-770 ОБСЛЕДОВАНИЕ

(a) Поверхности для обследовании и прилегающие зоны в пределах минимум 1 дюйма (25 мм) не должны содержать грязи, смазки, пыли, окалины, сварочного флюса и брызг, масла, а также неплотно прилегающего, пузырчатого, отслаивающего или отстающего покрытия.

(b) Обследуйте покрытое изделие в соответствии с квалифицированной процедурой.

I-780 ОЦЕНКА

Если выявлено показание, превышающее 50% максимально допустимого размера дефекта, то покрытие в зоне показания необходимо удалить и повторить обследование.

I-790 ДОКУМЕНТАЦИЯ

I-791 Отчет о дефектоскопии

Для каждого обследования необходимо произвести регистрацию информации, требуемой для отчетов согласно разделу Т-793, а также необходимо записать следующую информацию:

(a) обозначение процедуры/методики

(b) Ф.И.О. персонала, проводившего квалификацию и освидетельствование квалификации

(c) описание и чертежи или эскизы квалификационного образца, включая замеры толщины покрытия и размеры дефекта

(d) используемые оборудование и материалы

(e) уровни освещения и подъемная сила ярма

(f) результаты квалификации, включая максимальную толщину покрытия и выявленные трещины.

I-792 Демонстрационные испытания

Если требуется в соответствующем Разделе Норм и правил, необходимо зафиксировать в документах демонстрационные испытания.

ПРИЛОЖЕНИЕ II ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ДЛЯ МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

II-710 СФЕРА ДЕЙСТВИЯ

Настоящее обязательное приложение используется с целью установления стандартных терминов и определений терминов, которые применяются в Статье 7, Магнитопорошковая дефектоскопия.

II-720 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Стандартная терминология для неразрушающих испытаний (ASTM E 1316) была принята Комитетом под номером SE-1316.

(b) В Разделе 7 SE-1316 приведены определения терминов, перечисленных в II-730(a).

(c) Общие термины, такие как *Показание, Дефект, Несплошность, Оценка* и т.д. см. в Статье 1, Обязательное приложение I.

(d) В параграфе II-730(b) приведен список терминов и определений, дополняющих SE-1316 и специфических для данных Норм и правил.

II-730 ТРЕБОВАНИЯ

(a) Следующие термины SE-1316 используются вместе с настоящей Статьей: ампер-витки, невидимое излучение, центральный кондуктор, круговое намагничивание, размагничивание, сухой порошок, двухполупериодный постоянный ток, однополупериодный ток, продольное намагничивание, магнитное поле, напряженность магнитного поля, обследование магнитного поля, индикатор магнитного поля частиц, магнитные частицы, разнонаправленное намагничивание, постоянный магнит, электроды, чувствительность, суспензия, ярмо.

(b) Следующие определения Норм и правил используются вместе с настоящей Статьей:

интенсивность невидимого излучения: количественное выражение ультрафиолетового излучения.

магнитный поток: понятие, когда магнитное поле обтекает вдоль силовых линий, предполагает что, следовательно, эти линии, являются «линиями магнитной индукции», и они называются магнитным потоком. Напряженность поля определяется количеством линий магнитной индукции, пресекающих зону устройства, принятых под прямыми углами к направлению линий.

ТАБЛИЦА III-721 A08
ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ МЕТОДИКИ ЯРМА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ИЛИ ОДНОПОЛУПЕРИОДНОГО ПРЯМОГО ТОКА С ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМИ ЧАСТИЦАМИ В НЕЗАТЕМНЕННОЙ ЗОНЕ

Требование	Значимая переменная	Незначимая переменная
Обозначение конфигурации обследуемого источника и типов продукции (напр., исходный материал и свариваемая поверхность)	X	...
Требования подготовки и методы подготовки	X	...
Изготовитель ярма и модель	X	...
Изготовитель частиц и назначение	X	...
Минимальный и максимальный раствор ярма	X	...
Определение этапов при проведении обследования	X	...
Максимальная интенсивность дневного света	X	...
Минимальная интенсивность невидимого излучения	X	...
Требования по аттестации персонала	...	X
Ссылка на отчеты по квалификации процедур	...	X

линий магнитной индукции, пресекающих зону устройства, принятых под прямыми углами к направлению линий.

выпрямленный магнитный ток: с помощью устройства, называемого выпрямителем, который позволяет току течь только в одном направлении, переменный ток может быть преобразован в однонаправленный ток. Он отличается от постоянного тока тем, что значения тока отличаются от стабильного уровня. Это колебание может принимать крайние значения, как в случае с однополупериодным выпрямленным однофазным переменным током, или быть небольшим, как в случае с трехфазным выпрямленным переменным током.

однополупериодный выпрямленный переменный ток: когда выпрямляется однофазный переменный ток самым простым методом, то обратное изменение цикла полностью невозможно. В результате получается пульсирующий однонаправленный ток с интервалами, когда тока нет вообще. Часто это явление называют «однополупериодный» или пульсирующий прямой ток.

двухполупериодный выпрямленный ток: когда обратная половина цикла повернута и имеет направление потока в том же направлении, что и прямая половина. В результате получается двухполупериодный выпрямленный ток. Трехфазный переменный ток, когда двухполупериодный выпрямленный – однонаправленный с очень небольшой пульсацией; только пульсация варьирующего напряжения отличает его от постоянного однофазного тока.

07 **ПРИЛОЖЕНИЕ III — МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯРМА С ФЛУОРЕСЦЕНТНЫМИ ЧАСТИЦАМИ В НЕЗАТЕМНЕННОЙ ЗОНЕ**

III-710 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем Приложении приведена методология магнитопорошковой дефектоскопии и требования к оборудованию, применяемому для проведения магнитопорошковой дефектоскопии с применением ярма с флуоресцентными частицами в незатемненной зоне.

III-720 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Применяются требования Статьи 7, если не внесены изменения настоящим Приложением.

III-721 Требования письменной процедуры

III-721.1 Требования. Применяются требования Таблиц T-721 и III-721.

III-721.2 Квалификация процедуры. Применяются требования Таблиц T-721 и III-721.

III-723 Демонстрационные испытания

Необходимо провести демонстрационные испытания для инспектора в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и правил.

III-750 ПРИЕМ

III-751 Квалификационный эталон

Необходимо использовать прокладку (прокладки) со стандартными надрезами, как описано в T-764.1.2 в качестве квалификационного эталона.

III-760 КАЛИБРОВКА

III-761 Измерение интенсивности невидимого излучения

Интенсивность невидимого излучения на поверхности элемента должна быть не менее чем значение, использованное при квалификационном испытании.

III-762 Измерение интенсивности дневного света

Интенсивность дневного света на поверхности элемента должна быть не больше, чем значение, использованное при квалификационном испытании.

III-770 ДЕФЕКТОСКОПИЯ

Квалификационный эталон необходимо поместить на лист углеродистой стали и обследовать в соответствии с процедурой, которая будет квалифицироваться, и эталонной процедурой, которая была ранее продемонстрирована, как пригодная для использования. Эталонная процедура может использовать как видимую, так и флуоресцентную методику. Показания дефектов должны сравниваться; если полученные показания при предлагаемых условиях оказываются теми же или лучше, чем полученные при стандартных условиях, то предлагаемая процедура должна рассматриваться как прошедшая квалификацию для использования.

III-777 Интерпретация

Для интерпретации необходимо измерить интенсивность как невидимого, так и дневного света с помощью люксметров.

III-790 ДОКУМЕНТАЦИЯ

III-791 Протоколы дефектоскопии

Для каждой дефектоскопии необходимо регистрировать информацию, требуемую в T-793, а также следующую информацию:

(a) обозначение процедуры и квалифицированные дополнения

(b) обозначение стандартной процедуры и дополнение

(c) обозначение квалификационного эталона

(d) Ф.И.О. персонала, проводившего квалификацию и освидетельствование квалификации

(e) используемые оборудование и материалы

(f) уровни освещенности (дневной и невидимый свет)

(g) результаты квалификации

СТАТЬЯ 7
НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ A — ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ГАУССМЕТРА

A-710 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Это необязательное приложение используется с целью установления процедур и спецификаций на оборудование для измерения напряженности тангенциального магнитного поля.

A-720 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Требования по аттестации персонала должны соответствовать Статье 1.

Гауссметры и связанное с ним оборудование должны быть откалиброваны в соответствии с T-763 Статьи 7.

Определения: стандартная терминология для магнитопорошковой дефектоскопии представлена в SE-1316.

A-730 ОБОРУДОВАНИЕ

Гауссметр с возможностью установки на считывание максимальных значений интенсивности поля. Частотная характеристика гауссметра должна быть минимум 0 Гц – 300 Гц.

Датчик Холла для определения тангенциального поля должен быть не больше 0,2 дюйм (5 мм) – 0,2 дюйм (5 мм), а максимальное центральное расположение должно быть 0,2 дюйм (5 мм) от поверхности детали. Концы датчика должны быть экранированы или скручены, для предотвращения ошибок считывания ввиду напряжения, индуцированного во время больших изменений в поле, которые возникают во время магнитопорошковой дефектоскопии.

A-750 ПРОЦЕДУРА

Напряженности тангенциального поля, указанные в T-764.1.3, необходимо измерять с осторожностью. Плоскость датчика должна быть перпендикулярна поверхности детали на участке измерения в пределах 5 градусов. Вручную это может быть сложно выполнимо. Можно использовать зажимное приспособление или фиксатор, чтобы гарантировать, что данная ориентация получена и сохраняется.

Направление и размер тангенциального поля на поверхности детали можно определить размещением датчика Холла для определения тангенциального поля на поверхность детали в нужной зоне. Направление поля можно определить во время подключения намагничивающего поля путем вращения датчика тангенциального поля в контакте с деталью, пока не будут достигнуты самые большие показания поля на гауссметре. Ориентация датчика, когда достигнуто наибольшее поле, покажет направление поля в этой точке. Гауссметры нельзя использовать для определения соответствия полей намагничивания для методик разнонаправленного намагничивания и намагничивания катушкой.

Как только соответствующая напряженность поля была продемонстрирована с прокладками с искусственными дефектами, показания гауссметра можно использовать в месте прикрепления прокладки на подобных деталях или подобных конфигурациях для поверки интенсивности и направления поля.

A-790 ДОКУМЕНТАЦИЯ/ОТЧЕТЫ

Документация должна включать следующее:

(a) модель оборудования и описание датчика;

(b) эскиз или рисунок, показывающий места замеров; и

(c) напряженность поля и направление замеров.

СТАТЬЯ 8
ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ

T-810 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Метод и прием вихретокового контроля, описанные в данной Статье, применяются, когда того требует соответствующий раздел Норм и правил.

(a) В данной Статье описываются приемы, применяемые при проведении вихретокового контроля на проводящих неферромагнитных и ферритных материалах с покрытием.

(b) Требования, приведенные в Статье 1, Общие требования, применяются также, когда соответствующий раздел стандарта требует проведения вихретокового контроля в соответствии со Статьей 8.

(c) Определения терминов вихретокового контроля приводятся в трех разделах: Приложение I к данной Статье; Статья 1, Приложение I; и Подраздел B, Статья 30.

(d) Приложение II, Вихретоковый контроль неферромагнитных трубок теплообменников, содержит требования к многочастотному и многопараметрическому контролю установленных неферромагнитных трубок теплообменников методом вихревых токов с использованием бобинных катушек.

(e) Приложение III, Вихретоковый контроль ферритных материалов с покрытием, содержит требования к вихревым токам для проведения контроля ферритных материалов с покрытием.

(f) Приложение IV, Вихретоковый контроль трубных изделий с использованием внешних катушек, содержит требования к контролю бесшовных трубных изделий, выполненных из меди, медного сплава, аустенитной нержавеющей стали, сплава никеля-хрома-железа и других неферромагнитных материалов методом вихревых токов с использованием внешних катушек.

(g) Приложение V, Измерение толщины непроводящего немагнитного покрытия на немагнитном металлическом материале методом вихревых токов, содержит требования к вихретоковому контролю поверхностными зондами для измерения толщины непроводящего немагнитного покрытия.

(h) Приложение VI, Обнаружение и измерение глубины поверхностных несплошностей в немагнитных металлах методом вихревых токов с помощью поверхностных зондов, содержит требования к вихретоковому контролю поверхностными зондами для обнаружения поверхностных несплошностей и измерения их глубины.

СТАТЬЯ 8
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

07 ПРИЛОЖЕНИЕ I — ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

I-810 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Это обязательное приложение используется для определения стандартных терминов и определений терминов, связанных с контролем методом вихревых токов, которые встречаются в Статье 8.

I-820 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Настоящая стандартная терминология для неразрушающего контроля ASTM E 1316 была принята Комитетом под номером SE-1316.

(b) SE-1316, Раздел 6, Электромагнитная дефектоскопия, содержит определения терминов, приведенных в I-830(a).

(c) Общие термины, такие как *Интерпретация, Дефект, Несплошность, Оценка* и т.д., приведены в Статье 1, Обязательное приложение I.

(d) Пункт I-830(b) содержит список терминов и определений, которые служат дополнением к SE-1316 и характерны для настоящих Норм и правил.

I-830 ТРЕБОВАНИЯ

(a) Следующие термины SE-1316 используются вместе с данной Статьей: абсолютная катушка, дифференциальные катушки, вихревой ток, вихретоковый контроль, частота, фазовый угол, зондовая катушка, контрольный образец, эталон.

(b) Следующие нормативные термины используются вместе с данной Статьей.

бобинная катушка: для испытания труб, бобинная катушка - это кольцевая проходная катушка, намотка которой выполнена таким образом, что при проведении контроля она концентрична с трубой.

текстовая информация: информация, хранящаяся на носителе информации для обеспечения зарегистрированной информации о контроле вихревыми токами. Примеры: обозначение лампового и парового генератора, Ф.И.О. оператора, дата испытания и результаты.

устройство для хранения данных: каждый отдельный физический носитель информации, хранящий сведения и текстовую информацию о вихретоковом контроле. Примеры: кассеты, дискета и т.д.

ПРИЛОЖЕНИЕ II — ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ НЕФЕРРОМАГНИТНЫХ ТРУБОК ТЕПЛООБМЕННИКОВ 07

II-810 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Это приложение содержит требования к многочастотному и многопараметрическому вихретоковому контролю установленных неферромагнитных трубок теплообменников с использованием бобинных катушек, когда соответствующий раздел Норм и правил определяет данное Приложение.

II-820 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Это Приложение содержит также методику вихретокового контроля неферромагнитных трубок теплообменников с помощью бобинных катушек. Информация, на основании которой определяют состояние трубок теплообменников, получают сканированием труб с внутренней стороны. Обычно, сканирование проводится с помощью бобинной катушки, прикрепляемой к гибкому валу, который протаскивается внутри трубы вручную или механически. Результаты получают на основании оценки информации, собранной и записанной при сканировании.

II-821 ТРЕБОВАНИЯ К ПИСЬМЕННЫМ МЕТОДИКАМ

II-821.1 Требования. Вихретоковый контроль должен проводиться в соответствии с письменной методикой, которая должна содержать, помимо всего прочего, требования, приведенные в Таблице II-821. Письменная методика должна определять единственное значение или диапазон значений для каждого требования.

II-821.2 Квалификационная оценка процедуры. Изменение требования из Таблицы II-821, обозначенного как значимая переменная, потребует повторной квалификации письменной процедуры с помощью демонстрационного испытания, когда соответствующий раздел норм и правил требует квалификации процедуры. Изменение требования, обозначенного как незначимая переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения прочих значимых или незначимых переменных, помимо указанных в письменной процедуре, потребуют изменения или дополнения письменной процедуры.

ТАБЛИЦА II-821 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ

Требования при соответствующих условиях	Значимая переменная	Незначимая переменная
Материал трубы	X	…
Диаметр трубы и толщина стенки	X	…
Режим испытания — дифференциальный или абсолютный	X	…
Тип и размер зонда	X	…
Длина кабеля и кабельных удлинителей зонда	X	…
Изготовитель зонда, номер детали и описание	X	…
Частота дефектоскопии, управляющее напряжение и настройки усиления	X	…
Изготовитель и модель оборудования для вихретокового контроля	X	…
Направление сканирования при регистрации данных, т.е. прямое или обратное	X	…
Режим сканирования — ручной, механизированный привод зонда, зажимное приспособление с дистанционным управлением	X	…
Проверка расположения зажимное приспособление	X	…
Идентичность контрольного калибровочного образца (образцов) для поверки	X	…
Минимальная частота оцифровки	X	…
Максимальная скорость сканирования при регистрации данных	X	…
Требования к персоналу	…	X
Изготовитель и модель оборудования для регистрации данных	…	X
Скорость сканирования при вводе или извлечении, без регистрации данных	…	X
Место применения — внутри или снаружи	…	X
Параметры анализа данных	…	X
Нумерация труб	…	X
Подготовка поверхности для проведения дефектоскопии труб	…	X

II-822 ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

Пользователь данного Приложения несет ответственность за привлечение квалифицированного персонала к проведению вихретокового контроля в соответствии с требованиями данного Приложения и соответствующего раздела Норм и правил.

II-830 ОБОРУДОВАНИЕ

II-830.1 Система сбора данных

II-830.1.1 Многочастотное многопараметри-ческое оборудование. Прибор для вихретокового контроля должен вырабатывать кратные частоты одновременно или с мультиплексированием и комбинировать многопараметрический сигнал. При выборе частот должно быть уделено внимание оптимизации выявления и определения характеристик дефекта.

(a) Выходные данные прибора для проведения вихретокового контроля должны предоставлять информацию о фазе и амплитуде.

(b) КИП вихретокового контроля должен быть способен работать с зондами с бобинными катушками в дифференциальном или абсолютном режиме, или в обоих режимах.

(c) Система вихретокового контроля должна быть способна регистрировать информацию в реальном времени и воспроизводить данные дефектоскопии.

(d) Оборудование для проведения вихретокового контроля должно обнаруживать и регистрировать изменение размеров, изменения металлургических свойств, отложения инородных материалов и отклики от дефектов, присутствующих на обеих поверхностях стенок труб.

II-830.2 Аналоговая система сбора данных

II-830.2.1 Аналоговый КИП для проведения вихретокового контроля

(a) Частотная характеристика выходных сигналов, полученных от КИП для проведения вихретокового контроля, должна быть постоянной с точностью до 2% полной шкалы от точки dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда (дюйм/с) (мм/с).

(b) Сигналы вихревых токов должны отображаться на дисплее в виде двухмерных фигур при использовании осциллографа с дисплеем для отображения содержимого памяти по осям X-Y или похожего.

(c) Частотная характеристика выходных данных от прибора для проведения вихретокового контроля должна быть постоянной с точностью до 2% входной величины от dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда.

II-830.2.2 Устройство записи на магнитную ленту

(a) Устройство записи на магнитную ленту, используемое с аналоговым оборудованием, должно обеспечивать возможность регистрации и воспроизведения данных вихретокового контроля, полученных на всех тестовых частотах, и должно иметь возможность записи голоса.

(b) Частотная характеристика выходных данных устройства записи на магнитную ленту должна быть постоянной с точностью до 10% входной величины от точки dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда.

(c) Воспроизводимость сигнала от ввода до вывода должна быть в пределах 5%.

II-830.2.3 Ленточный самописец

(a) Ленточные самописцы, используемые с аналоговым оборудованием, должны иметь не менее 2 каналов.

(b) Частотная характеристика ленточного самописца должна быть постоянной с точностью до 20% полной шкалы от точки dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда.

II-830.3 Цифровая система сбора данных

II-830.3.1 Цифровой КИП для проведения вихретокового контроля

(a) При скорости сканирования, которая должна быть использована, частота выборки КИП должна быть равной минимальной частоте оцифровки 30 замеров на дюйм (25 мм) проверяемой трубы, при dr = sr/ss, где dr – частота оцифровки в замерах на дюйм, sr – частота выборки в замерах в секунду или Гц, и ss – скорость сканирования в дюймах в секунду.

(b) Минимальное разрешение цифрового прибора для проведения вихретокового контроля должно составлять 12 бит на информационную точку.

(c) Частотная характеристика выходных данных от аналоговых частей КИП для проведения вихретокового контроля должна быть постоянной с точностью до 2% входной величины от точки dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда.

(d) Дисплей должен быть переключаемый, чтобы частота дефектоскопии или смешанные частоты могли быть представлены как фигура Лиссажу.

(e) Минимальное разрешение дисплея Лиссажу должно составлять 7 бит полной шкалы.

(f) Дисплей ленточного самописца должен показывать минимум две 2 дорожки.

(g) Дисплей ленточного самописца должен быть переключаемый, чтобы на нем был представлен или компонент X или Y.

(h) Минимальное разрешение дисплея ленточного самописца должно составлять 6 бит полной шкалы.

II-830.3.2 Цифровая система регистрации

(a) Система регистрации должна обеспечивать возможность записи и воспроизведения данных всех зарегистрированных параметров сигнала вихревого тока по всем тестовым частотам.

(b) Система регистрации должна записывать и воспроизводить текстовую информацию.

(c) Минимальное разрешение системы регистрации должно составлять 12 бит на информационную точку.

II-830.4 Бобинные катушки

II-830.4.1 Общие требования

(a) Бобинные катушки должны быть способны обнаруживать искусственные несплошности в калибровочном контрольном эталоне.

(b) Бобинные катушки должны иметь достаточную полосу частот для работы на частоте, выбранной для выявления и определения размеров дефекта.

II-830.5 Система анализа полученных данных

II-830.5.1 Базовые системные требования

(a) Система анализа полученных данных должна быть рассчитана на индикацию информации о сигнале вихревых токов по всем тестовым частотам.

(b) Система должна быть иметь возможность многопараметрического смешивания.

(c) Система должна сохранять обозначение каждой проверенной трубы.

(d) Система должна замерять фазовые углы с приращением один градус или менее.

(e) Система должна замерять амплитуды с точностью до 0,1 В.

II-830.6 Аналоговая система анализа полученных данных

II-830.6.1 Дисплей. Сигналы вихревых токов должны отображаться на дисплее в виде фигур Лиссажу при использовании осциллографа с дисплеем для отображения содержимого памяти по осям X-Y или аналогичного оборудования. Частотная характеристика дисплейного устройства должна быть постоянной с точностью до 2% входной величины от точки dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда.

II-830.6.2 Система регистрации

(a) Устройство записи на магнитную ленту должно воспроизводить зарегистрированные данные.

(b) Частотная характеристика выходных данных устройства записи на магнитную ленту должна быть постоянной с точностью до 10% входной величины от точки dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда.

(c) Воспроизводимость сигнала от ввода до вывода должна быть в пределах 5%.

H-830.7 Цифровая система анализа полученных данных

II-830.7.1 Дисплей

(a) Дисплей обработки данных должен отображать зарегистрированные параметры сигнала вихревых токов и тестовую информацию.

(b) Минимальное разрешение системы анализа полученных данных должно составлять 12 бит на информационную точку.

(c) Минимальное разрешение дисплея фигур Лиссажу должно составлять 7 бит полной шкалы.

(d) Дисплей ленточного самописца должен быть переключаемым, чтобы на нем был представлен или компонент X или Y любой тестовой частоты или смешанных частот.

(e) Минимальное разрешение дисплея ленточного самописца должно составлять 6 бит полной шкалы.

II-830.7.2 Система регистрации

(a) Система регистрации должна воспроизводить все зарегистрированные параметры сигнала и тестовую информацию.

(b) Минимальное разрешение системы регистрации должно составлять 12 бит на информационную точку.

II-830.8 Комбинированная система обработки данных

(a) Отдельные элементы комбинированных систем, в которых используются как цифровые элементы, так и некоторые аналоговые элементы, должны соответствовать специальным разделам II-830, при соответствующих условиях.

(b) При использовании аналогово-цифровых или цифро-аналоговых преобразователей частотная характеристика выходных данных аналогового элемента должна быть постоянной с точностью до 5% входной величины от точки dc до F_{max}, где F_{max} (Гц) равно 10 (Гц-с/дюйм) [0,4 (Гц-с/мм)] максимальным скоростям движения зонда.

II-840 ТРЕБОВАНИЯ

II-840.1 Уровень регистрации и чувствительности

(a) Параметры сигнала вихревого тока на всех тестовых частотах должны записываться на носители информации при движении зонда по трубе.

(b) Чувствительность для приема дефектоскопии с помощью дифференциальной бобинной катушки должна быть достаточной для образования ответного сигнала от отверстия (отверстий) в стенках с минимальной вертикальной амплитудой, равной 50% высоты полного изображения Лиссажу.

II-840.2 Скорость движения зонда. Скорость движения зонда не должна превышать значение, которое обеспечивает приемлемую частотную характеристику и чувствительность к имеющимся калибровочным несплошностям. Минимальные скорости оцифровки должны поддерживаться все время.

II-840.3 Проверка расположения зажимного приспособления

(a) Способность зажимного приспособления помещаться в специфических трубах должна проверяться и регистрироваться после установки и до перемещения или демонтажа приспособления. Независимая поверка положения, т.е. расположение по реперным точкам, должно проводиться и регистрироваться в начале и конце каждого блока информации носителя для хранения зарегистрированных данных.

(b) Когда при размещении зажимного приспособления выявляется, что произошла ошибка при регистрации проверки расположения зонда, трубы, проверенные после предыдущей проверки расположения, должны пройти повторный контроль.

II-840.4 Автоматизированная система вывода данных. При использовании автоматизированных систем вывода данных по вихретоковому контролю каждая система должна быть сертифицирована в соответствии с письменной методикой.

II-860 КАЛИБРОВКА

II-860.1 Калибровка оборудования

II-860.1.1 Аналоговое оборудование

При ежегодной калибровке проверяется следующее:

(a) частота выходного сигнала осциллятора, поступающая на катушку возбуждения вихревых токов, должна быть в пределах 5% от частоты по КИП.

(b) линейность по вертикали и горизонтали дисплея с электронно-лучевой трубкой должна быть в пределах 10% от отклонения входного напряжения

(c) выравнивание кривых по горизонтали и вертикали электронно-лучевой трубки должно быть в пределах 2 градусов параллельно линиям координатной сетки

(d) коэффициент отношения выходного напряжения устройства записи на магнитную ленту к входному напряжению для каждого канала устройства записи должен быть в пределах 5%

(e) скорость протяжки диаграммной ленты ленточного самописца должна быть в пределах 5% от величины по КИП

(f) усиление для всех каналов КИП для проведения вихретокового контроля должно быть в пределах 5% от среднего значения, при всех настройках чувствительности, при любом отдельном значении частоты

(g) два выходных канала КИП для проведения вихретокового контроля должны быть перпендикулярны в пределах 3 градусов при частоте контроля

II-860.1.2 Цифровое оборудование. Калибровка аналоговых элементов цифрового оборудования должна проводиться в соответствии с II-860.1.1. Калибровка цифровых элементов не требуется.

II-860.2 Калибровочные контрольные образцы

II-860.2.1 Требования к калибровочным контрольным образцам. Калибровочные контрольные образцы должны соответствовать следующим требованиям:

(a) Калибровочные контрольные образцы должны быть изготовлены из трубы (труб), которая обладает теми же техническими характеристиками материалов и номинальными размерами, что и труба сосуда, подлежащая испытанию.

(b) Калибровочные контрольные образцы труб, выполненные из материалов, прошедших термообработку, отличную от обработки труб, подлежащих испытанию, могут быть использованы, если Инспектору продемонстрировано, что ответные сигналы от несплошностей, описанные в II-860.2.2, идентичны как при проверке калибровочных контрольных образцов из данных материалов, так и при проверке труб, прошедших термообработку, аналогичную проверяемым трубам.

(c) В качестве альтернативного варианта к пунктам II-860.2.1(a) и (b), калибровочные контрольные образцы, выполненные из сплава UNS N06600, должны быть изготавлены из секции трубы с теми же техническими характеристиками материала и номинальными размерами, что и труба сосуда, подлежащая испытанию.

(d) Искусственные несплошности в калибровочных контрольных образцах должны быть расположены соосно, так чтобы они могли отстоять друг от друга и от концов трубы. Натурные размеры несплошностей и сигнал, получаемый от них с помощью оборудования для дефектоскопии, должны входить в регулярно оформляемые отчеты при проверке с помощью калибровочного контрольного образца.

(e) Каждый калибровочный контрольный образец должен быть постоянно проверяться по серийному номеру.

II-860.2.2 Калибровочные контрольные образцы для дифференциальных и абсолютных бобинных катушек.

(a) Калибровочные эталонные образцы должны содержать следующие искусственные несплошности:

(1) Одно или четыре отверстий в стенках в соответствии со следующим:

(a) Отверстие диаметром 0,052 дюйма (1,3 мм) для труб диаметром 0,750 дюйма (19 мм) и менее, или 0,067 дюйма (1,70 мм) для труб диаметром более 0,750 дюйма (19 мм).

(b) Четыре отверстия, расположенные под углом 90 градусов друг от друга в одной плоскости по окружности трубы: диаметром 0,026 дюйма (0,65 мм) для труб диаметром 0,750 дюйма (19 мм) и менее и диаметром 0,033 дюйма (0,83 мм) для труб диаметром более 0,750 дюйма (19 мм).

(2) Плоскодонное отверстие диаметром 0,109 дюйма (2,7 мм), в стенке трубы глубиной 60% от толщины стенки со стороны внешней поверхности.

РИС. II-860.3.1 ОТКЛИК ОТ КАЛИБРОВОЧНОГО ЭТАЛОННОГО ОБРАЗЦА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ МЕТОДИКИ

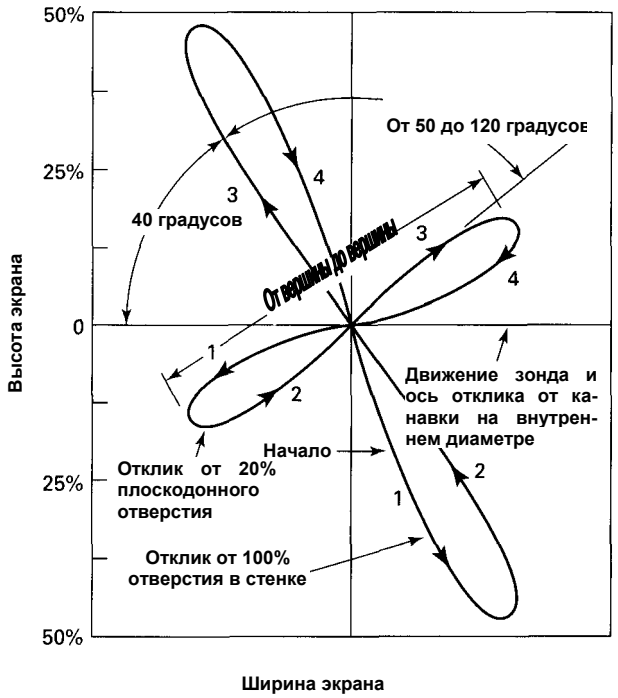
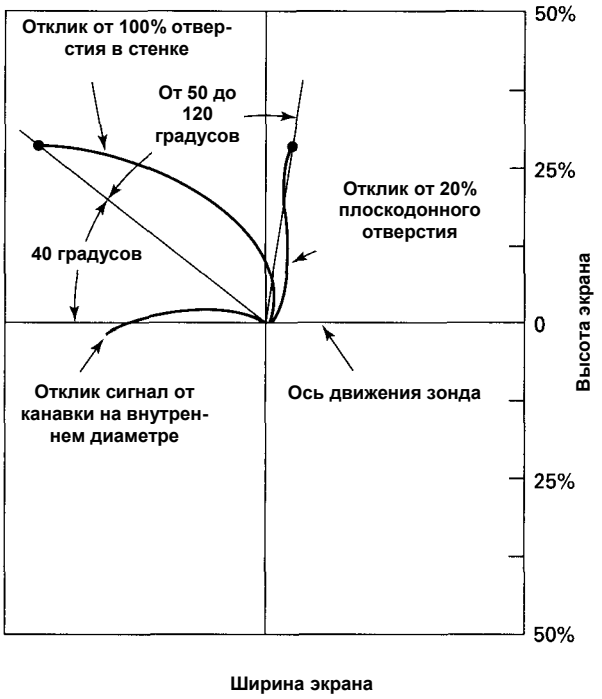


РИС. II-860.3.2 ОТКЛИК ОТ КАЛИБРОВОЧНОГО КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АБСОЛЮТНОЙ МЕТОДИКИ



(3) Четыре плоскодонных отверстия диаметром 0,187 дюйма (5 мм), расположенные под углом 90 градусов друг от друга в одной плоскости по окружности трубы, в стенке трубы, глубиной 20% толщины стенки со стороны внешней поверхности.

(b) Глубина искусственных несплошностей в центре должна составлять порядка 20% от номинальной глубины или 0,003 дюйма (0,08 мм), в зависимости от того, выбирается меньшее значение. Все остальные размеры должны быть в пределах 0,003 дюйма (0,08 мм).

(c) Все искусственные несплошности должны быть расположены на достаточном расстоянии во избежание интерференции сигналов, за исключением отверстий, указанных в Н-860.2.2(a)(l)(b) и (a)(3).

II-860.3 Установка и настройка аналоговой системы

II-860.3.1 Прием с использованием дифференциальной бобинной катушки

(a) Чувствительность должна быть настроена так, чтобы получать минимальный сигнал от вершины до вершины 4В от четырех 20% плоскодонных отверстий или 6В от четырех отверстий, просверленных в стенках.

(b) Контроль фазы или вращения должен быть настроен так, чтобы отклик от отверстия в стенке формировался вниз и вправо сразу при отводе зонда от калибровочного эталонного образца, сохраняя отклик от перемещения зонда по горизонтали. См. рис. II-860.3.1.

(c) Отвести зонд по калибровочному контрольному образцу с номинальной скоростью испытания. Зарегистрировать отклик от имеющихся несплошностей калибровочного контрольного образца. Значения отклика должны четко отображаться на КИП и должны быть отличны друг от друга, а также от сигналов движения зонда.

II-860.3.2 Прием с использованием абсолютной бобинной катушки

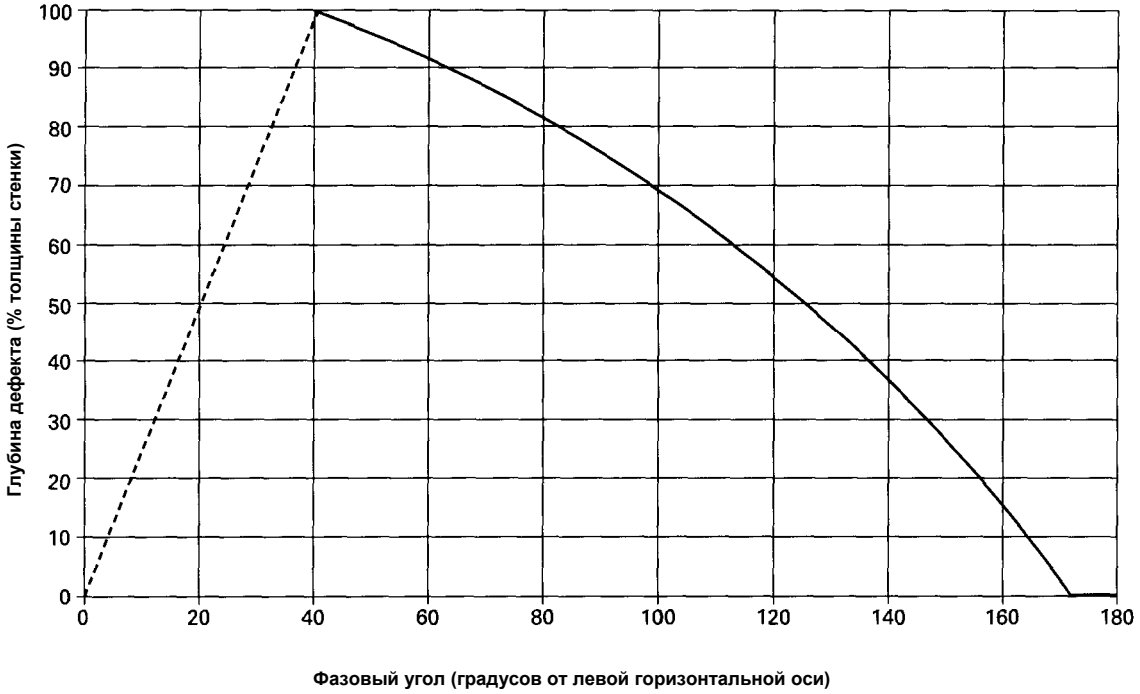
(a) Чувствительность должна быть настроена так, чтобы получать минимальный сигнал от исходного сигнала до вершины 2В от четырех 20% плоскодонных отверстий или 3В от четырех отверстий, просверленных в стенках.

(b) Настроить контроль фазы или вращения так, чтобы ответный сигнал от отверстия в стенке формировался вверх и влево сразу при отводе зонда от калибровочного эталонного образца, сохраняя отклик от перемещения зонда по горизонтали. См. рис. II-860.3.2.

(c) Отвести зонд по калибровочному контрольному образцу с номинальной скоростью испытания. Зарегистрировать отклик от имеющихся несплошностей калибровочного контрольного образца. Значения отклика должны быть отличны друг от друга, а также от сигналов движения зонда.

II-860.4 Автономная калибровка с помощью цифровой системы. Сведения, собираемые при проведении вихретокового контроля, преобразуются в цифровой вид и регистрируются в процессе сканирования для анализа и интерпретации в автономном режиме. Уставки фазы и амплитуды задаются в автономном режиме специалистом по анализу данных. Уставки фазы и амплитуды должны быть заданы так, чтобы персонал, занимающий сбором данных, мог четко различить, работает ли прибор для вихревой дефектоскопии надлежащим образом или нет.

РИС. II-880 ГЛУБИНА ДЕФЕКТА КАК ФУНКЦИЯ ФАЗОВОГО УГЛА ПРИ 400 КГЦ [СТЕНКА ТРУБЫ ИЗ СПЛАВА НИКЕЛЯ-ХРОМА-ЖЕЛЕЗА ТОЛЩИНОЙ 0,050 ДЮЙМА (1,24 mm)]



II-860.4.1 Поверка калибровки системы

(a) Калибровка должна включать полную систему вихретокового контроля. Любое изменение зонда, кабельных удлинителей, прибора для вихретокового контроля, регистрирующих устройств или любых других частей аппаратуры системы для проведения вихретокового контроля потребует проведения повторной калибровки.

(b) Поверка калибровки системы должна проводиться и регистрироваться в начале и конце каждого блока хранения зарегистрированных данных.

(c) Если система признается некалиброванной (согласно определению, содержащемуся в пункте II-860.3), должна быть проведена повторная калибровка данного оборудования. Отметка о повторной калибровке должна быть внесена в отчеты. Все трубы, испытание которых было проведено после последней калибровки, подлежат повторному испытанию.

II-870 ИСПЫТАНИЕ

Данные должны записываться при движении зонда по трубе.

II-880 ОЦЕНКА

II-880.1 Оценка данных. Данные оцениваются в соответствии с требованиями настоящего Приложения.

II-880.2 Средства определения глубины показания.

Для типов показаний, которые должны быть отражены в отчетах, должно быть определено средство сопоставления глубины показаний с фазой или амплитудой сигнала. Средства сопоставления фазы или амплитуды сигнала с глубиной показаниями должны быть основаны на основном калибровочном эталоне или других репрезентативных эталонах, которые были квалифицированы. Это должно быть выполнено с помощью кривых, таблиц или программного обеспечения. Рисунок II-880 отражает соотношение фазового угла и глубины дефекта для неферромагнитной тонкостенной трубки, испытанной при частоте, выбранной для оптимизации разрешения дефекта.

II-880.3 Частоты, используемые для оценки данных. Все показания должны быть оценены. Типы показаний, которые должны быть отражены в отчетах, должны быть охарактеризованы с помощью квалифицированных значений частот или преобразованных частот.

II-890 ДОКУМЕНТАЦИЯ

II-890.1 Отчетность

II-890.1.1 Критерии. Следующая информация составляет минимум показаний, отражаемых в отчетах в соответствии с требованиями настоящего Приложения:

(a) расположение по длине трубы и в отношении к опорным элементам

(b) глубина показания сквозь стенки трубы, если того требует настоящее Приложение

(c) амплитуда сигнала

(d) частота или преобразование частот, при которых производилась оценка показания

II-890.1.2 Глубина. Максимальная оцениваемая глубина дефектов должна быть отражена в отчете в процентах уменьшения толщины стенки трубы. Если уменьшение толщины стенки трубы, определенное специалистом по анализу данных, составляет менее 20%, регистрация точной доли уменьшения толщины стенки трубы не требуется, т.е. показание может быть отражено в отчете как «менее 20%».

II-890.1.3 Не поддающиеся количественному выражению показания. Не поддающееся количественному выражению показание - это показание, отражаемое в отчетах, которое не может быть охарактеризовано. Показание должно быть признано дефектом, пока не будет установлено иное.

II-890.1.4 Опорные элементы

II-890.1.4.1 Расположение опорных элементов. Расположение опорных элементов, которые используются в качестве контрольных точек при вихретоковом контроле, должно быть проверено по рабочим чертежам или по методике измерений.

II-890.2 ОТЧЕТЫ

II-890.2.1 Обозначение отчетов. Каждый носитель информации должен содержать следующую информацию:

(a) Владелец

(b) Место проведения работ и установка

(c) Обозначение теплообменника

(d) Номер носителя информации

(e) Дата контроля

(f) Серийный номер калибровочного контрольного образца

(g) Обозначение оператора и уровень квалификации

(h) Частота или частоты инспекции

(i) Режим работы, включая частоту выборки КИП, управляющее напряжение и уставку усиления

(j) Длина зонда и кабельных удлинителей зонда

(k) Размер и тип зондов

(l) Название компании изготовителя зонда и номер детали изготовителя или описание зонда и серийный номер

(m) Серийный номер КИП для проведения вихретокового контроля

(n) Направление сканирования зонда при сборе данных

(o) Место применения — внутренняя или внешняя сторона

(p) Серийный номер токосъёмного контактного кольца, если применяется

(q) Обозначение и редакция процедуры

II-890.2.2 Обозначение трубы

(a) Каждая труба, проходящая контроль, должна быть обозначена на соответствующем блоке хранения информации и

(b) Метод регистрации обозначения трубы должен увязывать обозначение трубы с соответствующей информацией о трубе.

II-890.2.3 Отчетность

(a) Владелец или его агент готовят отчет о проведенном контроле. Отчет готовится, подшивается и хранится в соответствии с соответствующим разделом норм и правил. Процедуры и оборудование, используемые для проведения контроля, должны быть обозначены в достаточном объеме, чтобы обеспечить возможность сравнения результатов контроля с новыми результатами проверки, полученными позднее. В отчет должна быть включена дата начальной калибровки для каждой системы вихретокового контроля или ее части.

(b) Отчет должен содержать запись, в которой указаны проверенные трубы (может быть отмечено на эскизе или чертеже трубной доски), все ограничения по сканированию, расположение и глубина каждого дефекта, отраженного в отчетах, и обозначение и уровень аттестации операторов и специалистов по оценке данных, проводивших каждый контроль или его часть.

(c) Трубы, подлежащие ремонту или выводу из эксплуатации на основании данных, полученных в результате вихретокового контроля, должны быть обозначены.

II-890.2.4 Хранение отчетов. Отчеты должны храниться в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

II-890.3 Отражение в документации демонстрационных испытаний. Если того требует соответствующий раздел норм и правил, демонстрационные испытания отражают в документах.

ПРИЛОЖЕНИЕ III — КОНТРОЛЬ ФЕРРИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОКРЫТИЕМ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ 07

III-810 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

(a) Это Приложение содержит методику вихретокового контроля и требования к оборудованию, применяемому для проведения контроля ферритных материалов с покрытием методом вихревых токов.

(b) Статья 1, Общие требования, применяется также, когда требуется проведение дефектоскопии на ферритных материалах с покрытием методом вихревых токов. Требования к письменным методикам, как сказано в Статье 8, должны применяться согласно указаниям.

(c) Документ SD-1186, Типовые методы испытаний без разрушения для измерения толщины сухой пленки немагнитных покрытий, нанесенных на железосодержащую основу, может быть использован для разработки процедуры измерения толщины немагнитных и проводящих покрытий.

III-820 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

III-821 Аттестация персонала

Пользователь данного Приложения несет ответственность за привлечение аттестованного персонала к проведению вихретокового контроля в соответствии с требованиями данного Приложения и соответствующего раздела норм и правил.

III-822 Требования письменных процедур

Должны применяться требования, приведенные в пункте IV-823. Тип покрытия и максимальная толщина покрытия также должны быть значимыми переменными.

III-823 Демонстрационные испытания процедуры

Демонстрационные испытания процедуры должны быть проведены для Инспектора в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

III-830 ОБОРУДОВАНИЕ

Система вихретокового контроля должна включать дисплей фазы и амплитуды.

IH-850 ПРИЕМ

Перед проведением проверки проводится измерение толщины покрытия на участках, где должна проводиться проверка. Если покрытие непроводящее, прием вихретокового контроля может быть применен для измерения толщины покрытия. Если покрытие проводящее, прием измерения толщины магнитного покрытия может быть использован в соответствии со стандартом SD-1186. Измерение толщины покрытия должно быть выполнено в соответствии с инструкциями изготовителя оборудования. Замеры толщины покрытия должны быть выполнены в точках пересечения координатной сетки с размером ячейки не более 2 дюймов (50 мм) на участке, где проводится контроль. Толщина должна быть равной среднему значению трех отдельных замеров в пределах 0,250 дюйма (6 мм) каждого пересечения.

III-860 КАЛИБРОВКА

(a) Требуется квалификационный образец. Технические характеристики и термообработка материала, из которого изготовлен образец, должны совпадать с соответствующими параметрами покрытого ферромагнитного материала, подлежащего проверке. Если данный материал был покрыт проводящей грунтовкой, толщина грунтовки на квалификационном образце процедуры должна иметь максимальное разрешенное значение на контролируемых поверхностях согласно техническим требованиям на покрытия. Комплект пластиковых прокладок может быть использован для имитации непроводящих покрытий при квалификации процедуры. Толщина покрытия или альтернативного комплекта пластиковых прокладок для квалификации процедуры должна быть равна или превышать максимальную толщину покрытия, измеренную на проверяемой поверхности.

(b) Квалификационный образец для оценки процедуры должен иметь не менее одного дефекта. Длина дефекта, открывающегося на поверхности, не должна превышать длину, допустимую для поверхностных дефектов. Максимальная глубина дефекта в основном металле должна составлять от 0,020 дюйма до 0,040 дюйма (0,5 – 1,0 мм). Кроме того, если рассматриваемый участок включает наплавленный металл, дефект с максимальной глубиной 0,020 дюйма (0,5 мм) требуется в поверхности в состоянии непосредственно после сварки и покрытой поверхности, типовой для сварных швов, требующих контроля. Вместо дефекта на поверхности, на которой проводилась сварка, может быть использован обработанный паз максимальной ширины 0,010 дюйма (0,25 мм) и максимальной глубины 0,020 дюйма (0,5 мм).

(c) Проверить сначала непокрытый квалификационный образец для, а затем проверить после нанесения покрытия максимальной квалифицируемой толщины. Записать амплитуду сигналов, полученных от квалификационных дефектов.

(d) При использовании максимальной скорости сканирования, максимального индекса сканирования и схемы сканирования, предписанных процедурой, должно быть доказано, что процедура последовательно выявляет квалификационные дефекты сквозь покрытие максимальной толщины вне зависимости от ориентации дефекта (т.е. перпендикулярно, параллельно или под наклоном к направлению сканирования). Амплитуда сигнала, полученная от каждого дефекта в покрытом образце для квалификации, должна быть не менее 50% амплитуды сигнала, измеренного на соответствующем квалификационном дефекте до нанесения покрытия.

III-870 КОНТРОЛЬ

(a) До проведения проверки все отстающее, покрытое пузырями, отслаивающееся или шелушащееся покрытие должно быть удалено с участка, на котором должна проводиться проверка.

(b) При проведении контроля участки, где вероятно получение показаний, свидетельствующих о наличии дефектов, должны быть одобрены по другой поверхности или методом объёмного контроля. Возможно, понадобиться удалить покрытие поверхности до проведения другого контроля.

III-890 ДОКУМЕНТАЦИЯ

III-891 Отчет о контроле

Отчет о контроле должен содержать следующую информацию:

(a) обозначение и редакция процедуры

(b) Ф.И.О. персонала, проводящего проверку, и уровень аттестации, когда того требует соответствующий раздел правил и норм

(c) дата проведения контроля

(d) результаты проверки и относящиеся к этому эскизы или карты неприемлемых показаний

(e) обозначение проверенной детали или компонента

III-892 Отчет о демонстрационных испытаниях

Если того требует соответствующий раздел норм и правил, демонстрационные испытания должны быть зафиксированы в документах, включающих следующую информацию:

(a) обозначение процедуры

(b) Ф.И.О. персонала, проводившего и присутствовавшего при квалификации

(c) описания и чертежи или эскизы образцов квалификации и калибровочных контрольных образцов, включая измерения толщины покрытия и размеры дефектов

(d) подробная информация о чувствительности калибровки

(e) результаты квалификационной проверки, включая максимальную толщину покрытия и обнаруженные дефекты

III-893 Ведение отчетов

Отчеты должны храниться в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

07

ПРИЛОЖЕНИЕ IV — ДЕФЕКТОСКОПИЯ ТРУБНЫХ ИЗДЕЛИЙ ВИХРЕТОКОВЫМ КОНТРОЛЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕШНИХ КАТУШЕК

IV-810 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное Приложение описывает метод, подлежащий использованию при проведении дефектоскопии бесшовных трубных изделий, выполненных из меди, медного сплава и прочих неферромагнитных материалов методом вихревых токов. Данный метод, в основном, отвечает требованиям следующего Стандарта, упомянутого в Статье 26 и представленного в Подразделе B: SE-243, «Электромагнитный (вихретоковый) контроль бесшовных труб теплообменников и конденсаторов, изготовленных из меди и медных сплавов».

IV-820 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

IV-821 Проведение

Проверка может быть проведена, когда трубы имеют окончательный размер, после окончательного отжига или термообработки или до окончательного отжига или термообработки, если поставщик и заказчик не договорились об ином. Процедура должна пройти квалификационную оценку путем демонстрации выявления несплошностей размера, равного или меньше, чем несплошности в контрольном образце, описанном в пункте IV-833. Показания, равные тем, которые признаны подлежащими отражению в отчете согласно процедуре, или превышающие их, должны рассматриваться в соответствии с пунктом IV-880.

IV-822 Аттестация персонала

Пользователь данного Приложения несет ответственность за привлечение аттестованного персонала к проведению вихретокового контроля в соответствии с требованиями данного Приложения и соответствующего раздела норм и правил.

IV-823 Требования к письменным процедурам

IV-823.1 Требования. Вихретоковый контроль должен проводиться в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, помимо всего прочего, требования, приведенные в Таблице IV-823. Письменная процедура должна определять единственное значение или диапазон значений для каждого требования.

IV-823.2 Квалификационная оценка процедуры Изменение требования из Таблицы IV-823, обозначенного как значимая переменная, потребует повторной квалификации письменной процедуры посредством демонстрационного испытания, когда соответствующий раздел норм и правил требует квалификации процедуры. Изменение требования, обозначенного как незначимая переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения прочих значимых или незначимых переменных, помимо указанных в письменной процедуре, потребуют изменения или дополнения письменной процедуры.

ТАБЛИЦА IV-823
ТРЕБОВАНИЯ К ВИХРЕТОКОВОМУ КОНТРОЛЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕШНИХ КАТУШЕК

Требования (при соответствующих условиях)	Значимая переменная	Незначимая переменная
Частота (Частоты)	X	…
Режим испытания (дифференциальный/абсолютный)	X	…
Минимальный коэффициент заполнения	X	…
Тип зонда	X	…
Максимальная скорость сканирования при регистрации данных	X	…
Проверяемый материал	X	…
Размер/габариты материала	X	…
Стандартный образец	X	…
Изготовитель/модель оборудования	X	…
Оборудование регистрации данных	X	…
Кабели (тип и длина)	X	…
Программное обеспечение для сбора данных	X	…
Программное обеспечение для обработки данных	X	…
Методика сканирования	…	X
Зажимные приспособления/оборудование для сканирования	…	X
Подготовка поверхности для проведения сканирования труб	…	X

IV-830 ОБОРУДОВАНИЕ

Оборудование должно включать электронный прибор, способный наводить переменный ток соответствующих частот на испытательную катушку или зонды и считывать изменения электромагнитных свойств материала. Выходной сигнал, генерируемый данным оборудованием, может обрабатываться так, чтобы приводить в действие сигнальные устройства и/или регистрировать данные контроля.

IV-831 Испытательные катушки и зонды

Испытательные катушки или зонды должны быть способны наводить переменные токи в материале и считывать изменения электромагнитных свойств материала. Необходимо выбирать испытательные катушки, способные обеспечивать максимальный возможный коэффициент наполнения.

IV-832 Сканнеры

Используемое оборудование должно обеспечивать концентричность материала в катушке или удерживать зонд в центре трубы и сокращать вибрации при сканировании. Максимальные скорости сканирования должны быть выбраны на основании частотной характеристики сбора данных оборудования или частоты оцифровки, при соответствующих условиях.

IV-833 Контрольный образец

Материал контрольного образца должен обрабатываться таким же образом, что и проверяемое изделие. Номинальный размер и тип материала образца должны быть те же, что и номинальный размер и тип материала (химический состав и форма изделия) проверяемой трубы. В идеальном случае, образец должен быть частью проверяемого материала. Эталонными несплошностями, если иное не указано в соответствующем разделе норм и правил, должны служить поперечные пазы или просверленные отверстия, как описано в Общепринятой практике SE-243, Раздел 7, Калибровочные эталоны.

IV-850 ПРИЕМ

Отдельные приемы могут включать специальные конструкции зондов или катушек, электронику, калибровочные эталоны, аналитические алгоритмы и/или программное обеспечение для отображения. Приемы, такие как смешение каналов, могут быть использованы при необходимости подавления сигналов, генерируемых у концов труб. Такие приемы должны соответствовать требованиям соответствующего раздела норм и правил.

IV-860 КАЛИБРОВКА

IV-861 Поверка рабочих характеристик

Рабочие характеристики оборудования для дефектоскопии должны поверяться с использованием контрольного образца в соответствии со следующим:

(a) Как указано в письменной процедуре

(1) в начале каждого производственного цикла заданного диаметра и толщины заданного материала

(2) в конце производственного цикла

(3) в любой момент, когда появляются подозрения в отношении исправности оборудования

(b) Если при калибровке или поверке установлено, что оборудование для дефектоскопии не работает надлежащим образом, все изделия, проверенные с момента последней калибровки или поверки, подлежат повторному контролю.

(c) Если требуется повторная квалификационная оценка письменной процедуры в соответствии с требованиями пункта IV-823.2.

IV-862 Калибровка оборудования

(a) Периодичность калибровки. Калибровка приборов для проведения вихретокового контроля должна проводиться не реже одного раза в год, или в случае, когда оборудование проходило серьезный ремонт, периодический осмотр электронной части или было повреждено. Если оборудование не использовалось в течение года или более, калибровка производится перед использованием.

(b) Документация. Ярлык или другая форма документации должна быть прикреплена к оборудованию для проведения вихретокового контроля с датами проведения калибровки и следующей планируемой калибровки.

IV-870 КОНТРОЛЬ

Контроль труб осуществляется путем проведения сквозь проходную катушку или перемещения мимо испытательной катушки аппаратуры, установленной в соответствии с письменной процедурой. Сигналы, генерируемые при проведении контроля, обрабатываются и оцениваются. Данные могут быть зарегистрированы для анализа после проведения контроля или сохранены в архиве в соответствии с процедурой. Выходные данные, получаемые после оценки, могут быть использованы для маркировки и/или разделения труб.

IV-880 ОЦЕНКА

Оценка результатов контроля для приемки должна отвечать письменной процедуре и соответствующему разделу норм и правил.

IV-890 ДОКУМЕНТАЦИЯ

IV-891 Отчеты о контроле

Отчет о контроле должен содержать следующую информацию:

(a) технические характеристики материала трубы, диаметр и толщина стенок

(b) изготовитель катушки или зонда, размер и тип

(c) режим работы (абсолютный, дифференциаль-ный и т.п.)

(d) частота или частоты дефектоскопии

(e) изготовитель, модель и серийный номер оборудования вихревой дефектоскопии

(f) скорость сканирования

(g) обозначение и редакция процедуры

(h) калибровочный эталон и серийный номер

(i) Ф.И.О. персонала, проводящего проверку, и уровень аттестации, когда того требует соответствующий раздел правил и норм

(j) дата проведения контроля

(k) перечень приемлемых материалов

(l) дата квалификации процедуры

(m) результаты повторной квалификационной проверки процедуры (в соответствующем случае)

IV-892 Документация демонстрационных испытаний

Если того требует соответствующий раздел норм и правил, проведение демонстрационных испытаний должно быть зафиксировано в документах.

IV-893 Хранение отчетов

Отчеты должны храниться в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

07 ПРИЛОЖЕНИЕ V — ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ НЕПРОВОДЯЩЕГО НЕМАГНИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА НЕМАГНИТНОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ ВИХРЕТОКОВЫМ КОНТРОЛЕМ

V-810 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее приложение содержит требования к измерениям толщины непроводящего немагнитного покрытия на немагнитном металлическом материале методом вихревых токов с помощью абсолютных поверхностных зондов.

V-820 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Данное приложение описывает прием измерения толщины непроводящего немагнитного покрытия на немагнитном металлическом материале. Измерения выполняются с помощью поверхностного зонда с отрывом, калиброванным по толщине, от поверхности испытуемого материала. Ряд измерений может быть проведен при определении расстояния между зондом и поверхностью. Измерения могут проводиться с помощью различных типов КИП.

V-821 Требования к письменным процедурам

V-821.1 Требования. Вихретоковый контроль должен проводиться в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, помимо всего прочего, требования, приведенные в Таблице V-821. Письменная процедура должна определять единственное значение или диапазон значений для каждого требования.

V-821.2 Квалификация процедуры/утверждение приемов. Изменение требования из Таблицы V-821, обозначенного как значимая переменная, потребует повторной квалификации письменной процедуры посредством демонстрационных испытаний, когда соответствующий раздел норм и правил требует квалификации процедуры. Изменение требования, обозначенного как незначимая переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения прочих значимых или незначимых переменных, помимо указанных в письменной процедуре, потребуют изменения или дополнения письменной процедуры.

V-822 Аттестация персонала

Пользователь данного Приложения несет ответственность за привлечение аттестованного персонала к проведению вихретокового контроля в соответствии с требованиями данного Приложения и соответствующего раздела норм и правил.

V-823 Демонстрационные испытания процедуры/приема

Демонстрационные испытания процедуры/приема должны быть проведены для Инспектора в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

ТАБЛИЦА V-821
ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДИКЕ ДЕФЕКТОСКОПИИ ВИХРЕВЫМИ ТОКАМИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ НЕПРОВОДЯЩЕГО НЕМАГНИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ

Требования	Значимая переменная	Незначимая переменная
Частота проверки	X	…
Абсолютный режим	X	…
Размер и тип(ы) зонда, название и обозначение изготовителя	X	..
Материал подложки	X	…
Изготовитель/модель оборудования	X	…
Кабели (тип и длина)	X	…
Непроводящий калибровочный материал (непроводящая подкладка)	…	X
Требования по аттестации персонала, специфические для данного приема	…	X
Ссылка на отчеты по квалификации процедуры	…	X
Подготовка поверхности для проведения сканирования труб	…	X

V-830 ОБОРУДОВАНИЕ

КИП для вихретокового контроля может быть укомплектован дисплеем для отображения содержимого памяти для фазы и амплитуды, или он может иметь аналоговый или цифровой измерительный прибор. Диапазон частот КИП должен соответствовать материалу и диапазону толщины покрытия.

V-831 Зонды

Абсолютный вихретоковый зонд должен обеспечивать наведение переменных токов в материале и считывать изменения в промежутке (участке отрыва) между поверхностью контакта зонда и материалом подложки.

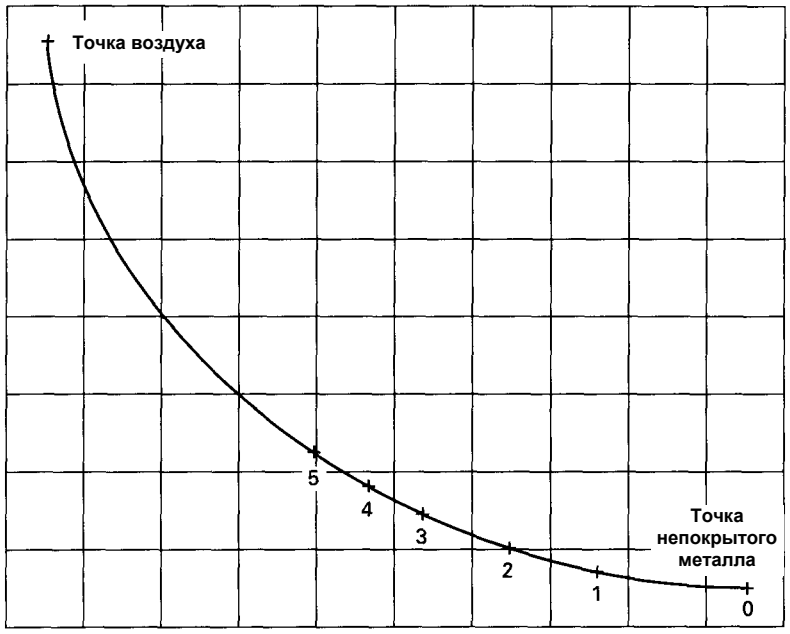
V-850 ПРИЕМ

Одночастотный прием должен использоваться с соответствующим калибровочным материалом, таким как непроводящая подкладка (подкладки), бумага или прочие непроводящие немагнитные материалы. Толщины подкладки или другого материала должны быть использованы с целью соотнесения положения на плоскости полных сопротивлений или соотнесения показания измерительного прибора с толщинами непроводящих материалов и с положением при отсутствии толщины или показания, когда зонд расположен на непокрытом металле. Если измерение толщины используется только для подтверждения наличия минимальной толщины покрытия, то в этом случае необходим только образец минимальной толщины.

V-860 КАЛИБРОВКА

Частота зонда и уставка усиления должны быть выбраны так, чтобы обеспечить соответствующий и воспроизводимый контроль. Показания зонда обнуляют на непокрытом металле.

РИС. V-860 ТИПОВАЯ КРИВАЯ КАЛИБРОВКИ ПО ОТРЫВУ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ, ВДОЛЬ КРИВОЙ ПОКАЗАНЫ ТОЧКИ КАЛИБРОВКИ ПО ТОЛЩИНЕ



(a) Дисплеи отображения плоскости полных сопротивлений. Усиления по вертикальной и горизонтальной осям КИП с дисплеями отображения плоскости полных сопротивлений должны иметь одинаковое значение. Контроль фазы или вращения и уставки усиления должны быть настроены таким образом, чтобы точка непокрытого металла (ноль) и точка воздуха были расположены на диагонали в противоположных углах дисплея. Типовая кривая калибровки по толщине покрытия показана на Рис. V-860.

(b) Дисплеи измерительных устройств. Управление фазами и усилением приборов с аналоговыми дисплеями будет осуществлен таким образом, чтобы при переходе от непокрытого металла к участку с максимальной толщиной покрытия было представлено отклонение почти через весь экран.

(c) Все КИП. У всех КИП разница в показаниях измерительного прибора или положениях по толщине на экране должна быть соответствующей, чтобы обеспечить 10% допуск по максимальной толщине.

(d) Сведения о калибровке. Положения на экране или показания измерительного прибора и толщины подкладок должны быть зарегистрированы вместе с положением точки непокрытого металла или показанием измерительного прибора.

(e) Поверка калибровки. Показания калибровки должны поверяться каждые два часа. Если во время повторной калибровки наблюдается показание, свидетельствующее об изменении толщины покрытия более чем на ± 10% по сравнению с предыдущей калибровкой, контроль, проведенный после предыдущей калибровки, должны быть проведен повторно.

V-870 КОНТРОЛЬ

Замеры толщины покрытия должны быть выполнены в отдельных точках, как указано в соответствующем разделе норм и правил. Если необходимо измерить минимальную или максимальную толщину покрытия на поверхности, должна быть подготовлена соответствующая координатная сетка, и замеры должны быть выполнены в точках пересечения координатной сетки. Измерения должны быть зафиксированы.

V-880 ОЦЕНКА

Толщины покрытий должны сопоставляться с приемочными стандартами соответствующего раздела норм и правил.

V-890 ДОКУМЕНТАЦИЯ

V-891 Отчет о контроле

Отчет о контроле должен содержать следующую информацию:

(a) обозначение и редакция процедуры

(b) Ф.И.О. персонала, проводящего проверку, и уровень квалификации, когда того требует соответствующий раздел правил и норм

(c) дата проведения контроля

(d) результаты контроля и соответствующие эскизы или карты неприемлемых показаний

(e) обозначение проверенной детали или компонента

V-892 Отчет о демонстрационных испытаниях

Если требуется демонстрационные испытания, результаты должны быть зафиксированы в документах и содержать следующую информацию:

(a) обозначение и редакция процедуры

(b) обозначение персонала, проводившего и присутствовавшего при квалификации

(c) материалы покрытия и материал подложки

(d) параметры частоты, усиления и вращения, если применяется

(e) результаты квалификации, максимальная измеренная толщина покрытия

V-893 Хранение отчетов

Отчеты должны храниться в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

07 ПРИЛОЖЕНИЕ VI — ОБНАРУЖЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ГЛУБИНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ НЕСПЛОШНОСТЕЙ В НЕМАГНИТНЫХ МЕТАЛЛАХ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛОСКИХ ЗОНДОВ

VI-810 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее приложение содержит требования к обнаружению и измерению глубины поверхностных несплошностей в немагнитных металлических материалах с помощью методики абсолютных плоских вихретоковых зондов.

VI-820 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящее приложение описывает технологию обнаружения и измерения глубины трещин и других несплошностей поверхности в компонентах из немагнитных металлов. С помощью абсолютного поверхностного зонда, содержащего одиночную катушку возбуждения, осуществляется сканирование вдоль поверхности проверяемого объекта. При выявлении несплошности поверхности с помощью магнитного поля зонда вихревые токи, генерируемые в материале, меняют свое направление и дают иное магнитное поле, противоположное магнитному полю зонда. Изменения в магнитном поле вихревых токов и магнитном поле зонда считываются прибором и отображаются на дисплее плоскости полных сопротивлений КИП. Данные КИП, как правило, способны сохранять сигнал на дисплее, на котором любой сигнал от несплошности может быть измерен и сопоставлен с калибровочными данными.

VI-821 Требования письменным процедурам

VI-821.1 Требования. Вихретоковый контроль должен проводиться в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, помимо всего прочего, требования, приведенные в Таблице VI-821. Письменная процедура должна определять единственное значение или диапазон значений для каждого требования.

VI-821.2 Квалификация процедуры. Изменение требования из Таблицы VI-821, обозначенного как значимая переменная, потребует повторной квалификации письменной процедуры посредством демонстрационных испытаний, когда соответствующий раздел норм и правил требует квалификации процедуры. Изменение требования, обозначенного как незначимая переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения прочих значимых или незначимых переменных, помимо указанных в письменной процедуре, потребуют изменения или дополнения письменной процедуры.

VI-822 Аттестация персонала

Пользователь данного Приложения несет ответственность за привлечение аттестованного персонала к проведению вихретокового контроля в соответствии с требованиями данного Приложения и соответствующего раздела норм и правил.

VI-823 Демонстрационные испытания процедуры/приема

Демонстрационные испытания процедуры/приема должны быть проведены для Инспектора в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

VI-830 ОБОРУДОВАНИЕ

КИП для проведения вихретокового контроля может быть оснащено дисплеем для отображения содержимого памяти для фазы и амплитуды на плоскость полных сопротивлений. Диапазон частот КИП должен обеспечивать подходящую глубину проникновения в испытуемый материал.

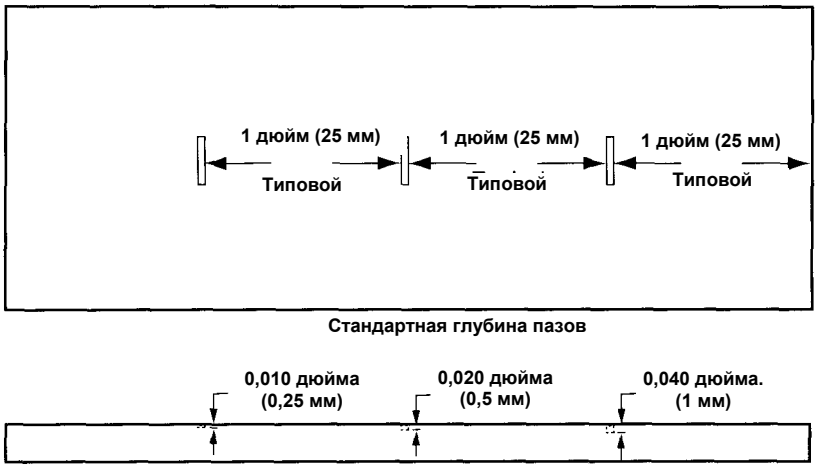
VI-831 Зонды

Абсолютный зонд для проведения вихретокового контроля должен обеспечивать возможность наведения переменных токов в материале и считывание

ТАБЛИЦА VI-821
ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ НЕСПЛОШНОСТЕЙ В НЕМАГНИТНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ

Требования	Значимая переменная	Незначимая переменная
Значение частоты контроля	X	…
Размер и тип(ы) зонда, название и обозначение изготовителя	X	…
Материал	X	…
Изготовитель/модель оборудования	X	…
Кабели (тип и длина)	X	…
Контрольный образец и глубина пазов	X	…
Требования по аттестации персонала, если того требует соответствующий раздел норм и правил	X	
Требования по аттестации персонала, специфические для данного приема	…	X
Ссылка на отчеты по квалификации процедуры	…	X
Подготовка поверхности для проведения контроля	…	X

РИС. VI-832 КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ



ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:
(a) Стандартные размеры пазов: длина 0,25 дюйма (6 мм) и ширина 0,010 дюйма (0,25 мм).
(b) Допуски на размеры пазов ±10% по длине и ширине, и +10% и -20% по глубине.

изменения в глубине пазов в контрольном образце. При частоте, используемой при проведении дефектоскопии, зонд и КИП должны обеспечивать амплитуду сигнала от самого малого паза контрольного образца, составляющую минимум 10% полной высоты экрана. При той же самой уставке усиления, что и для самого малого паза, амплитуда сигнала от самого крупного паза должна составлять минимум 50% полной высоты экрана. Если амплитуда сигналов не может быть определена, как оговорено, должны быть применены другие значения полного сопротивления или геометрии зондов (обмотки, диаметры и т.д.).

VI-832 Контрольный образец

Контрольный образец должен быть выполнен из того же сплава, что и испытуемый материал. Минимальные размеры контрольного образца должны быть 2 дюйма (50 мм) x 4 дюйма (100 мм). Контрольный образец должен иметь не менее двух пазов. Длина паза должна составлять не менее 0,25 дюймов (6 мм), глубина паза должна составлять не менее величины, которая подлежит измерению, и не более допустимого значения глубины. Если соответствующий раздел норм и правил требует выявить пазы меньшей длины, контрольный образец должен иметь паз меньшей глубины, отвечающий требованиям соответствующих норм и правил. Допуск на глубину должен составлять +10% и -20% от требующихся размеров. Типовой контрольный образец для измерения глубины дефектов в диапазоне от 0,01 дюйма (0,25 мм) до 0,04 дюйма (1 мм) приведен на Рис. VI-832.

Когда кривая объекта контроля на рассматриваемом участке не плоская и влияет на сигнал отрыва, должен быть использован контрольный образец, представляющий именно указанную геометрию с имеющимися пазами.

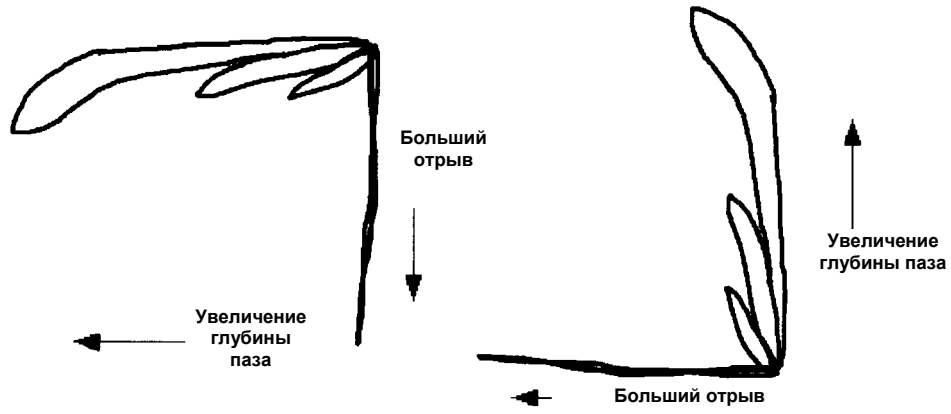
VI-850 ПРИЕМ

Должен быть использован одночастотный прием. Частота должна быть выбрана таким образом, чтобы в результате обеспечить отображение плоскости полных сопротивлений, которая в результате обеспечит фазовый сдвиг 90 градусов между сигналом отрыва и сигналами дефектов. Результирующие сигналы будут отображены на плоскости полных сопротивлений, где одна ось соответствует сигналу отрыва, а другая ось соответствует откликам сигналам эталонного паза и дефекта. Контроль усиления на каждой оси, показывающей сигналы дефектов, должен быть настроен таким образом, чтобы отображать амплитуду сигнала дефекта от самого глубокого паза, составляя не менее 50% от вертикального или горизонтального дисплея, на котором он отображается. Стандартные отклики от калиброванного КИП изображены на рис. VI-850. Следует обратить внимание на то, что дисплей может быть повернут, чтобы продемонстрировать эти показания в соответствии с процедурой. Обычно, уставка усиления по оси, показывающей сигнал несплошности, будет выше, чем уставка усиления по оси, показывающей отрыв. Показания несплошностей будут по большей части вертикальными или горизонтальными (под углом 90 градусов к отрыву). Любая поверхностная несплошность испытуемого образца будет обеспечивать схожие показания.

VI-860 КАЛИБРОВКА

Частота зонда и уставки усиления должны выбираться так, чтобы обеспечить подходящую глубину проникновения в материал, чтобы глубина самого глубокого паза была отлична от следующего меньшего по глубине паза. Уставки усиления по вертикальной и горизонтальной оси должны быть заданы так, чтобы имелась разница дБ в отношении к усилению несплошности большей глубины.

РИС. VI-850 ОТОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ ПОЛНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПО ПОКАЗАНИЯМ С РИС. VI-832



Большее горизонтальное усиление **Большее вертикальное усиление**

Зонд обнуляется на непокрытом металле вдали от пазов. Положение X-Y нулевой точки должно быть в одном из углов экрана. Контроль фазы или вращения должен быть настроен так, чтобы при отрыве зонда от поверхности металла, точка дисплея перемещалась на 90 градусов к глубине несплошности. Увеличить вертикальное или горизонтальное усиление соответственно, если наименьшее показание или наибольшее показание от пазов не составляют 10% или 50% от полной высоты экрана, соответственно. Максимальный отклик от пазов получают, когда зонд сканирует перпендикулярно пазу и расположен по центру паза. Различия в вертикальном и горизонтальном усилении могут потребовать настройки. Должны быть зарегистрированы значения длины показаний на дисплее от основной линии (линии отрыва) для каждой из глубин пазов.

VI-870 КОНТРОЛЬ

Рассматриваемый участок должен быть просканирован с перекрытием на следующее сканирование, чтобы включить не менее 10% диаметра зонда. Если направления потенциальных несплошностей известны, направление сканирования должно быть перпендикулярно длинной оси несплошности. Сканирование объекта будет проведено в двух направления, под углом 90 градусов друг к другу. В процессе контроля максимальная скорость сканирования и расстояние отрыва не должны превышать значения, используемые при калибровке.

VI-880 ОЦЕНКА

Сканирование несплошности для определения расположения и величины максимальной глубины должно проводиться перпендикулярно ее длинной оси. Максимальная глубина любой выявленной несплошности должна быть сопоставлена с соответствующим откликом от контрольного образца, как оговорено в соответствующем разделе норм и правил.

VI-890 ДОКУМЕНТАЦИЯ

VI-891 Отчет о контроле

Отчет о контроле должен содержать следующую информацию:

(a) обозначение и редакция процедуры

(b) Ф.И.О. персонала, проводящего проверку, и уровень аттестации, когда того требует соответствующий раздел правил и норм

(c) дата проведения контроля

(d) результаты проверки и соответствующие эскизы или карты показаний, превышающих стандарты приемки

(e) обозначение проверяемой детали или компонента

(f) обозначение контрольного образца

(g) результаты калибровки, минимальная и максимальная замеренные глубины несплошностей

VI-892 Отчет о демонстрационных испытаний

Если требуется проведение демонстрационных испытаний, испытание должно быть зафиксировано документально и содержать следующую информацию:

(a) обозначение и редакция процедуры

(b) Ф.И.О. персонала, проводившего и присутствовавшего при квалификации

(c) материал подложки и толщина

(d) уставки частоты, усиления и вращения, если применяется

(e) результаты демонстрационных испытаний, минимальная и максимальная замеренные значения глубины несплошностей

(f) обозначение контрольного образца

VI-893 Хранение отчетов

Отчеты должны храниться в соответствии с требованиями соответствующего раздела норм и правил.

СТАТЬЯ 9
ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ

Т-910 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

(a) В настоящей статье содержатся методики и требования к визуальному контролю, которые применяются, если есть указание в соответствующем разделе Норм и Правил. Конкретные процедуры визуального контроля, которые требуются по каждому типу контроля, в эту статью не включены, потому что существует множество задач, когда требуется применение визуального контроля. Некоторыми примерами таких задач являются неразрушающие испытания, испытание на утечку испытание в процессе эксплуатации и процедуры изготовления.

(b) Требования Статьи 1, Общие требования, применяются при визуальном контроле, в соответствии со Статьей 9, если требует соответствующий раздел Норм и Правил.

(c) Определения терминов, содержащихся в Статье 1, Приложении I – Глоссарий Терминов по неразрушающему контролю и Статье 9, Приложение I.

Т-920 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Т-921 Требования к письменной процедуре

Т-921.1 Требования. Визуальный контроль должен быть выполнен в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, как минимум, требования, перечисленные в Таблице Т-921. Письменная процедура должна устанавливать единственное значение или диапазон значений по каждому требованию.

Т-921.2 Квалификационные испытания процедур. Если в соответствующем разделе Норм и Правил указаны квалификационные испытания процедуры, изменение требования из Таблицы 921, к параметру, который считается существенным, требует повторных квалификационных испытаний процедуры путем предоставления доказательств. Изменение требований к параметру, который считается несущественным, не требует проведения повторных квалификационных испытаний письменной процедуры. Все отступления существенных или несущественных параметров от значений, указанных в письменной процедуре, требуют пересмотра письменной процедуры или внесения поправок к ней.

Т-921.3 Предоставление доказательств. Процедура должна содержать отчет или ссылку на протокол, из которого понятно, каким образом доказано соответствие процедуры контроля требованиям. В общем случае, тонкая линия толщиной $^{1}/_{32}$ *дюйма* (0,8 мм) или менее, искусственный дефект или имитация дефекта, расположенные на поверхности, которую нужно контролировать или аналогичной поверхности, может рассматриваться в качестве метода, доказывающего соответствие процедуры требованиям. Чтобы подтвердить процедуру, искусственно созданные условия или искусственные дефекты должны находиться на поверхности, в месте, где их, как минимум, можно рассмотреть.

ТАБЛИЦА Т-921
ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Требования (нужное указать)	Существенные параметры	Несущественные параметры
Изменения в применяемой технологии контроля		
Прямая на просвечивающую и обратно	X	…
Прямой на дистанционный	X	…
Средства дистанционной визуализации	X	…
Требования к работе персонала, если необходимо	X	…
Интенсивность освещения (только снижение)	X	
Конфигурации, которые нужно обследовать и виды базового металла (труба, лист, поковка и т.д.)	…	X
Осветительное оборудование	…	X
Методы или инструменты, которые используются для подготовки поверхности	…	X
Оборудование или устройства, которые используются при прямой технологии	…	X
Последовательность обследования	…	X
Квалификация персонала	…	X

Т-922 Требования к персоналу

Пользователь настоящей статьи должен нести ответственность за назначение квалифицированного персонала для проведения визуального контроля по требованиям настоящей Статьи. По усмотрению Изготовителя, он может проводить одну аттестацию на каждый вид продукции или заполнять несколько отдельных подписанных протоколов, на базе области или типа работы, или обоих вместе. Если использование персонала, специализирующегося в визуальном контроле, нецелесообразно, то для проведения конкретных видов обследования и подписания форм протоколов может привлекаться компетентный и обученный персонал с ограниченной квалификацией. Персонал, проводящий обследование, должен быть аттестован согласно требованиям соответствующего Раздела Норм и Правил.

Т-923 Физические требования

Персонал должен проходить ежегодную проверку зрения, чтобы гарантировать такую остроту зрения невооруженным глазом или в очках, которая соответствует способности читать стандартные буквы J-1 на стандартной таблице Джагера для проверки зрения вблизи. Допускаются и другие способы проверки зрения вблизи.

Т-930 ОБОРУДОВАНИЕ

Оборудование, которое используется в технологии визуального контроля, например, прямой, дистанционной или просвечиванием, должно иметь характеристики, указанные в процедуре. Характеристики включают, помимо прочего, наблюдение, увеличение, идентификацию, измерение и/ или регистрацию наблюдений согласно требований соответствующего раздела Норм и Правил.

Т-950 ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ

Т-951 Применение

Визуальный контроль применяется обычно для определения таких параметров, как состояние поверхности детали, совмещение контактных поверхностей, форма или наличие течи. Кроме того, визуальный контроль применяется для определения состояния приповерхностных слоев композитных (полупрозрачных слоистых) материалов.

Т-952 Прямой визуальный контроль

Непосредственный визуальный контроль, как правило, можно выполнять, если обеспечен доступ для визуального контроля в пределах 24 дюймов (600 мм) от поверхности, подлежащей проверке, и под углом не менее 30 градусов к проверяемой поверхности. Можно использовать зеркала для улучшения угла обзора, и такие вспомогательные средства, как лупа, для облегчения испытания. Требуется освещение (естественное или дополнительная лампа дневного света) для конкретного элемента, компонента, сосуда или секции, подлежащих контролю. Минимальная сила света для проверяемой поверхности/участка должна быть 100 световых единиц (1000 люкс). Необходимо один раз провести контрольную проверку источника света, используемой методики и уровня освещенности, подтвердить ее документально и хранить документы в архиве.

Т-953 Дистанционный визуальный контроль

В некоторых случаях дистанционный визуальный контроль можно заменить непосредственным контролем. При дистанционном визуальном контроле можно использовать визуальные средства, например, такие, как зеркала, телескопы, бороскопы, оптоволоконный кабель, камеры или другие подходящие измерительные приборы. Данные системы должны иметь разрешающую способность равную, по крайней мере, способности, получаемой при непосредственном визуальном контроле.

Т-954 Визуальный контроль на просвет

Визуальный контроль на просвет является дополнением к непосредственному визуальному контролю. При визуальном контроле на просвет используются средства искусственного освещения, которые могут содержаться в осветительном приборе, являющимся источником прямого освещения. Осветительный прибор должен обеспечивать освещение с интенсивностью, которая будет равномерно освещать и рассеивать свет по контролируемому участку. Рассеянное освещение должно быть таким, чтобы не допустить бликов или отражения от проверяемой поверхности, и должно быть слабее, чем свет, используемый на проверяемом участке. Источник искусственного света должен иметь достаточную интенсивность, чтобы обеспечить «проверку на свет» любых изменений толщины слоистого материала.

Т-980 ОЦЕНКА

Т-980.1 Все проверки должны оцениваться на основании стандартов на допуска соответствующего раздела Норм и Правил.

Т-980.2 Технологическая карта контроля должна использоваться при планировании визуальной проверки и подтверждения проведения требуемых визуальных осмотров. Данная технологическая карта устанавливает минимальные требования к контролю, и не определяет объемы максимального контроля, который может выполнить Изготовитель в процессе.

Т-990 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-991 Отчет о проведении контроля

Т-991.1 Письменный отчет о проведении контроля контроле должен содержать следующую информацию:

(a) дата проверки

(b) обозначение процедуры и используемая редакция

(c) используемая методика

(d) результаты проверки

(e) персонал, проводивший проверку, и, если требуется согласно соответствующему разделу Норм и Правил, уровень квалификации

(f) обозначение детали или компонента, подлежащих проверке

Т-991.2 Даже если размеры и т.д. были зафиксированы в процессе визуального контроля в целях проведения оценки, не нужно документально подтверждать каждый визуальный контроль или проверку размеров. Документация должна охватывать все наблюдения и проверки размеров в соответствии с разделом Норм и Правил.

Т-992 Документация, подтверждающая эксплуатационные характеристики

Документация, подтверждающая эксплуатационные характеристики должна быть заполнена, когда этого требует соответствующий раздел Норм и Правил.

Т-993 Хранение отчетности

Отчетная документация должна храниться согласно соответствующему разделу Норм и Правил.

СТАТЬЯ 9
ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ I
ГЛОССАРИЙ ПО РАЗДЕЛУ «ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ»

I-910 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данное обязательное приложение используется в целях установления стандартных терминов и их определений, относящихся к Визуальному Контролю, которые приводятся в Статье 9.

I-920 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

(a) В статье 30, SE-1316, Раздел 9, содержится определение *световых единиц (фут-кандел - fc).*

(b) Определение терминов по визуальному контролю и других методов приводятся в Статье 1, Обязательное приложение I, Глоссарий по неразрушающим испытаниям.

(c) В Статье 9 используются следующие термины:

Искусственный дефект: намеренно выполненный дефект на поверхности материала для изображения характерного состояния дефекта.

Вспомогательное освещение: источник искусственного света, используемый в качестве визуального средства с целью улучшения условий наблюдения и зрительного восприятия.

Проверка на свет: см. визуальный контроль на просвет.

Непосредственный визуальный контроль: технология визуального контроля, при котором проверка проводится без вспомогательных визуальных средств на глаз (за исключением источника света, зеркал, и/или корректирующих линз).

Расширенный визуальный контроль: технология визуального контроля, при которой используются визуальные средства для улучшения возможности наблюдения, например, увеличительные средства, бороскопы, видеоизмерительные головки, волоконная оптика и т.д.

Люкс (Lx): единица измерения освещения, равная прямой освещенности поверхности, которая отстоит на один метр от равномерного точечного источника света с интенсивностью 1 кд, или равная 1 люмен на квадратный метр.

Дистанционный визуальный контроль: технология визуального контроля, при которой используются визуальные средства для условий, при которых не представляется возможным провести прямой визуальный контроль участка, подлежащего контролю.

Блескость поверхности: отражение искусственного освещения, мешающее визуальному контролю.

Прозрачный слоистый материал: ряд слоев, армированных стекловолокном, соединенных вместе, и обладающих способностью пропускать свет.

Визуальный контроль на просвет: технология, при которой используется интенсивность искусственного освещения для обеспечения возможности наблюдения изменения толщины слоистого материала на просвет (также называется проверка на просвет).

Визуальный контроль: метод неразрушающего контроля, используемый для оценки элемента с помощью визуального осмотра, например: правильная установка, состояние поверхности или чистота материалов, деталей и компонентов, используемых в изготовлении и сборке сосудов и арматуры в соответствии с Нормами и Правилами ASME.

СТАТЬЯ 10
ИСПЫТАНИЯ НА УТЕЧКУ

Т-1000 ВВЕДЕНИЕ

Т-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящей статье содержатся методики и требования к проведению испытаний на утечку.

(a) Если метод или способ испытаний на утечку, указанные в Статье 10, приводятся в соответствующем разделе Норм и Правил, метод или способ испытаний на утечку должны использоваться вместе со Статьей 1, Общие требования.

(b) Определения терминов, содержащихся в данной Статье, приводятся в Обязательном приложении VII к данной Статье.

(c) Методы или способы проведения испытаний можно использовать для определения места утечки или ее скорости.

Специальные метод(ы) или методика(и) испытаний, а также Глоссарий терминов, используемых при описании данного метода в данной Статье, приводятся в Обязательных Приложениях I –X, и в Дополнительном Приложении А:

Приложение I — Проба на образование пузырей - Способ прямого измерения давления

Приложение II — Проба на образование пузырей — Способ с использованием вакуумной камеры

Приложение III — Зондовое испытание с использованием галогенного диодного течеискателя

Приложение IV — Испытания с использованием гелиевого масс-спектрометр — Способ с использованием детекторной головки

Приложение V — Испытания с использованием гелиевого масс-спектрометра — способ подвода пробного газа

Приложение VI — Испытание изменения давления

Приложение VII — Глоссарий

Приложение VIII — Зондовое испытание с помощью детектора теплопроводности

Приложение IX — Испытания с использованием гелиевого масс-спектрометра — Обнаружение течи колпачковым методом

Приложение X — Определение течи с помощью ультразвуковых испытаний

Приложение А — Обозначения в формулах дополнительных испытаний на определение утечки

Т-1020 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Т-1021 Требования к письменной процедуре

Т-1021.1 Требования. Испытания на утечку должны проводиться в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, как минимум, требования, указанные в соответствующих Приложениях, параграфы с I-1021 по X-1021, и Таблицы I-1021 - X-1021. В письменной процедуре должно быть установлено единое значение или диапазон значений по каждому требованию.

Т-1021.2 Изменения требований. В Статье 10 приводятся методики испытаний; таким образом, существуют требования, которые не могут быть изменены изготовителем в процессе демонстрационных испытаний в соответствии с Т-150. Можно изменять только те требования, которые перечислены в Таблицах I-1021 - X-1021.

Т-1021.3 Квалификация процедуры. Если квалификационные испытания процедуры указаны в соответствующем разделе Норм и Правил, изменение требования из Таблиц I-1021 - X-1021 соответствующего Приложения, определенного как *существенный* параметр, требует повторной квалификации письменной процедуры путем выполнения демонстрационных испытаний. Изменение требования, обозначенного как *несущественный* параметр, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения элементов, обозначенных как существенные и несущественные, из указанных в письменной процедуре, требуют пересмотра письменной процедуры, или введения приложения к ней. 07

Т-1022 Соответствующие Нормы и Правила

Для метода(ов) или способа(ов) испытаний на утечку, указанных в соответствующем разделе Норм и Правил, приводятся сведения по:

(a) квалификации/сертификации персонала
(b) методике(ам)/ калибровочным образцам
(c) объему проверки
(d) чувствительности соответствующего испытания или скорости утечки
(e) требованиям к отчетам
(f) хранению протоколов

Т-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

Т-1031 Контрольно-измерительное оборудование

(a) Скорость измерения. Если при проведении испытаний на утечку используется манометр(ы) для замера и регистрации показаний по круговой шкале, предпочтительнее, чтобы круговая шкала была градуирована приблизительно на удвоенное максимальное давление, но диапазон ни в коем случае не должен быть меньше этого давления и не превышать это давление больше, чем в четыре раза. Эти ограничения диапазона не относятся к круговой шкале вакуумного манометра. Требования к диапазонам других контрольно-измерительных устройств, указанных в соответствующем Обязательном Приложении, должны соответствовать требованиям данного Приложения.

(b) Расположение манометров. Если компоненты подлежат испытанию на утечку давления/вакуума, манометр(ы) с круговой шкалой должны быть присоединены непосредственно к компоненту или присоединены к компоненту на определенном расстоянии, при этом показания манометров должны быть видны оператору, осуществляющему контроль за давлением/вакуумом при нагнетании давления, создании вакуума, испытаниях, сбросе давления жидкости или газа. Для резервуаров большого объема или систем, для которых указано или требуется один или более манометров, рекомендуется использовать манометр записывающего типа, который может состоять из одного, двух или нескольких манометров записывающего типа.

(c) Если требуются другие типы манометра(ов) в соответствии с Обязательным Приложением, их можно использовать вместе или вместо манометров с круговой шкалой или манометров записывающего типа.

Т-1040 РАЗНОСТОРОННИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-1041 Чистота

Участки поверхности, подлежащие испытанию, должны быть очищены от масла, смазки, краски или иных загрязняющих веществ, которые могут скрыть образовавшуюся течь. Если для очистки компонента используются жидкости, или если перед испытанием на утечку проводятся гидравлические или гидропневматические испытания, перед проведением испытаний на утечку компонент необходимо высушить.

Т-1042 Отверстия

Все отверстия должны быть закрыты с помощью заглушек, крышек, сургуча, цемента или другого подходящего материала, который можно сразу и полностью удалить после завершения испытания. Герметизирующий материал не должен содержать пробный газ.

Т-1043 Температура

Минимальная температура металла всех компонентов во время испытания должна соответствовать температуре, указанной в Обязательном Приложении данной Статьи или в соответствующем разделе Норм и Правил для проведения гидростатических, гидропневматических или пневматических испытаний изделий, под давлением или их деталей. Минимальная или максимальная температура во время испытаний не должна превышать температуру, совместимую с методом испытаний на утечку или используемым способом.

Т-1044 Давление / Вакуум (Ограничения по давлению)

Если не указано в соответствующем Обязательном Приложении данной Статьи или в соответствующем разделе Норм и Правил, компоненты, которые должны пройти испытания на утечку под давлением, не должны испытываться при давлении, превышающем расчетное давление на 25%.

Т-1050 МЕТОДИКА

Т-1051 Предварительные испытания на утечку

Перед применением точного метода испытаний на утечку, может потребоваться провести предварительное испытание с целью выявления и устранения больших течей. Данное испытание должно проводиться таким образом, чтобы избежать герметизации или сокрытия утечек во время указанных испытаний.

Т-1052 Последовательность испытания

Рекомендуется, чтобы испытания на утечку проводились перед гидравлическими и гидропневматическими испытаниями.

Т-1060 КАЛИБРОВКА

Т-1061 Манометры/Вакуумные манометры

(a) Все используемые циферблатные манометры и манометры записывающего типа должны быть калиброваны в соответствии со стандартным грузопоршневым манометром, контрольным манометром или ртутным столбом, они должны проходить повторную калибровку, по крайней мере, раз в год, будучи в эксплуатации, если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил или в Обязательном Приложении. Точность показаний всех используемых манометров должна соответствовать точности, указанной изготовителем. Необходимо повторно калибровать манометры каждый раз, когда появятся подозрения, что их показания неверны.

(b) Если требуются иные типы манометров согласно соответствующему Обязательному Приложению, необходимо обеспечить их калибровку согласно требованиям Обязательного Приложения или соответствующего раздела Норм и Правил.

Т-1062 Приборы для измерения температуры

Если необходимо измерение температуры в соответствии с разделом Норм и Правил или Обязательным Приложением, устройства для измерения температуры должны быть калиброваны согласно требованиям данного раздела Норм и Правил или Обязательного Приложения.

Т-1063 Стандартные течи для калибровки

Т-1063.1 Стандартная течь проникающего типа. Данная стандартная течь должна представлять собой калиброванную течь проникающего типа через расплавленное стекло или кварц. Скорость утечки гелия при стандартной течи должна быть в диапазоне от 1×10^{-6} до 1×10^{-10} $см^3/с$ н.у. (1×10^{-7} - 1×10^{-11} Па $м^3/с$).

Т-1063.2 Стандартная течь капиллярного типа. Данная течь должна представлять собой калиброванную течь капиллярного типа из трубы. Скорость утечки должна быть равной или меньше требуемой опытной чувствительности на фактический процент опытной концентрации выбранного пробного газа.

Т-1070 ИСПЫТАНИЕ

См. соответствующее Обязательное Приложение или данную Статью.

Т-1080 ОЦЕНКА

Т-1081 Стандарты на приемку

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, необходимо учитывать критерии приемки, определенные для каждого метода или способа. Формулы для дополнительного испытания на утечку для расчета скорости утечки при используемом методе или способе указаны в Обязательных Приложениях данной статьи.

07 Т-1090 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-1091 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать, как минимум, следующую информацию, согласно методу или способу испытаний:

(a) дата проведения испытаний

(b) уровень сертификации и имя оператора

(c) процедура испытания (количество) и номер редакции

(d) метод или способ проведения испытания

(e) результаты испытаний

(f) обозначение компонентов

(g) идентификация контрольно-измерительных приборов, стандартной течи и материала

(h) условия испытаний, испытательное давление, пробный газ и концентрация газа

(i) манометр(ы) —изготовитель, тип, предел измерения и идентификационный номер

(j) устройство(а) для измерения температуры и идентификационный номер

(k) эскиз с указанием оснащения для применения метода или способа испытания

Т-1092 Сохранение протоколов испытаний

Протокол испытаний должен храниться в соответствии с требованиями раздела Норм и Правил.

СТАТЬЯ 10
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I — ПРОБА НА ОБРАЗОВАНИЕ ПУЗЫРЕЙ — СПОСОБ ПРЯМОГО ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ

I-1000 ВВЕДЕНИЕ

I-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Целью способа прямого измерения давления при проведении пробы на образование пузырей для проверки герметичности является определение места утечки в изделии, внутри которого создано давление, путем нанесения раствора или погружения его в жидкость, при этом образуются пузырьки, так как сквозь течь проходит газ, свидетельствующий о наличии утечки.

I-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I-1021 Письменные требования к процедуре

I-1021.1 Требования. Должны учитываться требования T-1021.1, Таблицы I-1021, и следующие, как указано в данной Статье.

(a) время выдержки
(b) тип манометра
(c) испытательное давление
(d) критерий приемки

I-1021.2 Квалификационные испытания процедуры. Должны учитываться требования T-1021.3 и Таблицы 1-1021.

I-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

I-1031 Газы

Если не указано иное, испытательным газом должен считаться воздух; тем не менее, можно использовать инертный газ.

ПРИМЕЧАНИЕ: При использовании инертного газа необходимо учитывать аспекты безопасности в атмосфере с нехваткой кислорода.

I-1032 Пузырьковый раствор

(a) Раствор, создающий пузырьки, должен образовывать пленку, которая не отделяется от проверяемого участка, и образовавшиеся пузырьки не должны быстро лопаться при высыхании на воздухе или из-за низкого поверхностного натяжения. Не допускается использование хозяйственного мыла или моющих средств в качестве заменителей пузырькового раствора для испытаний.

(b) Раствор для образования пузырьков должен быть совместим с температурой условий испытаний.

I-1033 Ванна для погружений

(a) В ванне для погружений используется вода или другой совместимый раствор.

(b) Раствор для погружений должен быть совместим с температурой условий испытаний.

I-1070 ИСПЫТАНИЕ

I-1071 Время выдерживания

До начала испытаний испытательное давление должно выдерживаться минимум в течение 15 минут.

I-1072 Температура поверхности

В соответствии со стандартной методикой температура поверхности детали, подлежащей проверке, не должна быть ниже 40°F (5°C) и выше 125°F (50°C) в процессе проведения испытания. Допускается местный нагрев или охлаждение при условии, что температуры останутся в пределах диапазона от 40°F (5°C) до 125°F (50°C) в процессе испытания. Если придерживаться данных ограничений по температуре не представляется возможным, можно использовать другие температуры, при условии, что выполняются демонстрационные испытания процедуры.

I-1073 Нанесение раствора

Раствор, образующий пузырьки, должен наноситься на поверхность, подлежащую испытаниям, с помощью растекания, распыления или кистью. Количество пузырьков, образовавшихся в растворе при нанесении, должно быть сведено к минимуму, чтобы уменьшить проблему сокрытия утечки этими пузырьками.

I-1074 Погружение в ванну

Испытываемый участок должен быть размещен ниже поверхности ванны таким образом, чтобы обеспечить возможность наблюдения.

I-1075 Освещение и визуальные средства

При проведении испытаний должны учитываться требования Статьи 9, T-952 и T-953.

ТАБЛИЦА I-1021
ТРЕБОВАНИЯ К ИСПЫТАНИЯМ С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧКИ С ПОМОЩЬЮ ПУЗЫРЬКОВ И ПРЯМОГО ДАВЛЕНИЯ

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Раствор для формирования пузырьков (марка или тип)	X	…
Температура поверхности[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Интенсивность освещения (меньше, чем указано в данной Статье, или как было указано)	X	…
Требования по аттестации персонала в рабочих условиях, при необходимости	X	…
Устройство для нанесения раствора	…	X
Нагнетаемый газ (воздух или инертный газ)	…	X
Способ очистки после проведения испытания	…	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

I-1076 Признаки утечки

Наличие постоянного роста пузырьков на поверхности материала указывает на утечку через отверстия в проверяемом участке.

I-1077 Очистка после испытаний

После проведения испытаний может понадобиться очистка поверхности для обеспечения эксплуатационной надежности продукции.

I-1080 ОЦЕНКА

I-1081 Утечка

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и правил, испытываемый участок считается приемлемым, если не наблюдается постоянного образования пузырьков.

I-1082 Ремонт/Повторные испытания

Если наблюдается утечка, необходимо отметить место утечки (утечек). Затем необходимо снять давление с компонента и устранить утечку(и) в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил. После проведения ремонтных работ отремонтированный участок или участки необходимо испытать повторно в соответствии с требованиями данного Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ II ПРОБА НА ОБРАЗОВАНИЕ ПУЗЫРЕЙ — СПОСОБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ

II1-1000 ВВЕДЕНИЕ

II-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Целью способа с применением вакуумной камеры при проведении пробы на образование пузырей для проверки герметичности является определение места утечки на границе раздела давлений, где нельзя создать давление непосредственно. Это осуществляется методом нанесения раствора на участок пограничной поверхности и создания перепада давления на этом участке границы, что вызывает образование пузырьков, так как газ из течи проходит через раствор.

II-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

II-1021 Письменные требования к процедуре

II-1021.1 Требования. Должны применяться требования T-1021.1, Таблицы 11-1021, и следующее, в соответствии с данной Статьей или разделом Норм и Правил:

(a) манометр
(b) давление для проведения испытаний в вакууме
(c) время удержания в вакууме
(d) область перекрытия камеры
(e) критерии приемки

II-1021.2 Квалификационные испытания процедуры. Должны применяться требования T-1021.3 и Таблицы 11-1021.

II-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

II-1031 Пузырьковый раствор

(a) Раствор, образующий пузырьки, должен создавать пленку, которая не отделяется от проверяемого участка, и образовавшиеся пузырьки не должны быстро лопаться при высыхании на воздухе или из-за низкого поверхностного натяжения. Количество пузырьков, содержащихся в растворе, должно быть сведено к минимуму, чтобы избежать трудностей с распознаванием существующих пузырьков и пузырьками, вызванными утечкой

(b) Мыло или моющие средства, предназначенные специально для очистки, не должны использоваться в качестве раствора, образующего пузырьки.

(c) Раствор для образования пузырьков должен быть совместим с температурой условий испытаний.

ТАБЛИЦА II-1021
ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДУ ИСПЫТАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧКИ С ПОМОЩЬЮ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Раствор для формирования пузырьков (марка или тип)	X	…
Температура поверхности[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Интенсивность освещения (меньше, чем указано в данной Статье, или как было указано)	X	…
Требования по аттестации персонала на рабочем месте, при необходимости	X	…
Вакуумная камера (размер и форма)		X
Источник вакуума		X
Устройство для нанесения раствора		X
Способ очистки после проведения испытания		X
Требования к квалификации персонала		X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

II-1032 Вакуумная камера

Применяемая вакуумная камера должна иметь подходящие размеры [например, 6 дюймов (150 мм) шириной и 30 дюймов (750 мм) длиной] и иметь окно на стороне, противоположной открытому днищу. Край открытого днища должен иметь подходящую прокладку, чтобы обеспечить герметичность с испытываемой поверхностью. Должны быть предусмотрены подходящие соединители, клапаны, осветительные приборы и манометр. Предел измерения манометра должен составлять от 0 фунтов/дюйм^2 (0 кПа) до 15 фунтов/дюйм^2 (100 кПа), или в других единицах давления, например, от 0 дюймов рт. ст. до -30 дюймов ртутного столба Hg (от 0 мм рт. ст. до 750 мм рт. ст.). Требования к ограничениям предела измерения манометра Т-1031(а) не применяются.

II-1033 Источник вакуума

Требуемый вакуум может быть создан в камере любым удобным способом (например, с помощью воздушного эжектора, вакуумного насоса или впускного коллектора двигателя). Манометр должен фиксировать низкий вакуум, по крайней мере, на 2 фунта/дюйм^2 (4 дюйма рт. ст.) (15 кПа) ниже атмосферного давления, или низкий вакуум, требуемый в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил.

II-1070 ИСПЫТАНИЯ

II-1071 Температура поверхности

В соответствии со стандартной методикой температура поверхности детали, подлежащей проверке, не должна быть ниже 40°F (5°C) и выше 125°F (50°C) в процессе проведения испытания. Допускается местный нагрев или охлаждение при условии, что температуры останутся в пределах диапазона от 40°F (5°C) до 125°F (50°C) в процессе испытания. Если придерживаться данных ограничений по температуре не представляется возможным, можно использовать другие температуры, при условии, что процедура выполняется.

II-1072 Использование раствора

Раствор, образующий пузырьки, должен наноситься на поверхность, подлежащей испытаниям с помощью растекания, распыления или кистью до установки вакуумной камеры.

II-1073 Расположение вакуумной камеры

Вакуумная камера должна располагаться над участком испытываемой поверхности, покрытой раствором, и в этой камере должен создаваться требуемый низкий вакуум.

II-1074 Сохранение давления (вакуума)

Требуемый низкий вакуум (перепад давления) должен сохраняться в течение, по крайней мере, 10 секунд в процессе проверки.

II-1075 Перекрытие вакуумной камеры

При последовательном размещении вакуумной камеры необходимо создавать минимальное перекрытие поверхности в 2 дюйма (50 мм) для каждого следующего испытания.

II-1076 Освещение и средства визуального контроля

При проведении испытаний должны учитываться требования Статьи 9, Т-952 и Т-953.

II-1077 Признаки утечки

Наличие постоянного образования пузырьков на поверхности материала или сварного шва указывает на утечку через отверстия в проверяемом участке.

ТАБЛИЦА III-1021
ТРЕБОВАНИЯ К ЗОНДОВОМУ МЕТОДУ ИСПЫТАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧКИ С ПОМОЩЬЮ ГАЛОИДНОГО ДИОДНОГО ДЕТЕКТОРА

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Раствор для формирования пузырьков (марка или тип)	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Температура металла[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Требования по аттестации персонала, при необходимости	X	…
Скорость сканирования (максимальная во время калибровки Системы)	…	X
Нагнетаемый газ (воздух или инертный газ)	…	X
Направление сканирования	…	X
Сигнальное устройство	…	X
Способ очистки после проведения испытания	…	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

II-1078 Очистка после испытаний

После проведения испытаний может понадобиться очистка поверхности для обеспечения эксплуатационной надежности продукции.

II-1080 ОЦЕНКА

II-1081 Утечка

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и правил, испытываемый участок считается приемлемым, если не наблюдается постоянного образования пузырьков.

II-1082 Ремонт/Повторные испытания

Если наблюдается утечка, необходимо отметить место утечки (утечек). Затем следует пустить воздух в вакуумную камеру и устранить утечку(и) в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил. После проведения ремонтных работ отремонтированный участок или участки необходимо испытать повторно в соответствии с требованиями данного Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ III ЗОНДОВЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛОИДНОГО ТЕЧЕИСКАТЕЛЯ

III-1000 ВВЕДЕНИЕ

Большинство сложных электронных галоидных течеискателей являются чрезвычайно чувствительными. С их помощью стало возможно определить поток галогенного газа, поступающего с участка с меньшим давлением через очень маленькое отверстие в колбу или мембрану, разделяющую две области с разным давлением.

III-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Зондовый метод испытания с использованием галоидного детектора представляет собой полуколичественный метод, используемый для определения наличия и места утечек, и не должен считаться количественным.

III-1011 Щелочно-ионные диодные (Нагретый анод) галоидные течеискатели

Зондовый щелочно-ионный галоидный диодный течеискатель действует по принципу нагретого платинового элемента (анода) и ионного осадительного пластинчатого электрода (катода), когда галоидный пар ионизируется анодом, и ионы собираются катодом. На измерительном приборе фиксируется скорость потока, пропорциональная скорости образования ионов.

III-1012 Галоидные течеискатели, действующие по принципу захвата электронов

В основе зондового галоидного течеискателя, действующего по принципу захвата электронов, лежит принцип сходства определенных молекулярных соединений по свободным электронам с низкой энергией, обычно образующихся при ионизации газового потока, проходящего через элемент с тритием в качестве источника слабого радиоактивного воздействия. Если газовый поток содержит галоиды, происходит захват электронов, вызывающий снижение концентрации галоидных ионов в соответствии с показаниями измерительного устройства. Азот или аргон, не захватывающие электроны, используются в качестве фоновых газов.

III-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

III-1021 Требования письменной процедуры

III-1021.1 Требования. Должны применяться требования T-1021.1, Таблицы III-1021, и следующее, в соответствии с данной Статьей или разделом Норм и Правил.

ТАБЛИЦА III-1031
ПРОБНЫЙ ГАЗ

Торговое обозначение	Химическое обозначение	Химическая формула
Хладагент-11	Трихлоромонофлорометан	CCl_3F
Хладагент -12	Дихлородифлорометан	CCl_2F_2
Хладагент -21	Дихлоромонофлорометан	$CHCl_2F$
Хладагент -22	Хлородифлорометан	$CHClF_2$
Хладагент -114	Дихлоротетрафлороэтан	$C_2Cl_2F_4$
Хладагент -134а	Тетрафлороэтан	$C2\ H_2F_4$
Метиленхлорид	Дихлорметан	CH_2Cl_2
Элегаз	Элегаз	SF_6

(a) стандарт на утечку
(b) пробный газ
(c) концентрация пробного газа
(d) испытательное давление
(e) время выдержки
(*f*) расстояние сканирования
(g) манометр
(h) контрольные проверки чувствительности
(i) критерии приемки

III-1021.2 Квалификационные испытания процедуры. Должны применяться требования Т-1021.3 и Таблицы III-1021.

III-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

III-1031 Пробный газ

Газы, которые можно использовать, приводятся в Таблице III-1031.

III-1031.1 Для щелочно-ионного диода. Галоидные течеискатели, выбрать пробный газ из Таблицы III-1031, который образует требуемую пробную чувствительность.

III-1031.2 Для электронного захвата. Галоидные течеискатели, элегаз, SF_6, является рекомендованным пробным газом.

III-1032 Прибор контроля

Должен использоваться электронный течеискатель в соответствии с III-1011 или III-1012. Утечка должна быть определена одним или более сигнальными устройствами.

(a) Измерительное устройство: измерительное устройство на приборах, используемых при испытаниях, или на зонде, или на обоих.

(b) Аудио устройства: динамик или комплект наушников, с помощью которых можно услышать звуковую индикацию.

(c) Сигнальная лампа: лампа световой сигнализации.

III-1033 Стандартная течь капиллярного типа

Стандартная течь капиллярного типа в соответствии с Т-1063.2 - использование 100% пробного газа, как указано в III-1031.

III-1060 КАЛИБРОВКА

III-1061 Размер стандартной течи

Максимальная скорость утечки Q для стандартной течи, описанной в III-1033 при 100% концентрации пробного газа для использования в III-1063, должна рассчитываться по следующей формуле:

$$Q = Q_s \frac{\%\mathrm{TG}}{100}$$

где Q_s - 1 X 10^{-4} $см^3$/с н.у. (1 X 10^{-5} Па $м^3$/с), если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, а %TG – концентрация пробного газа (в %), который должен использоваться в ходе испытаний (См. III-1072).

III-1062 Подогрев

Необходимо включить детектор и дать ему нагреться в течение минимального времени, указанного изготовителем прибора до начала калибровки стандартной течи.

III-1063 Скорость сканирования

Прибор должен быть калиброван при проходе головки преобразователя поперек отверстия стандартной течи в соответствии с III-1061. Головка преобразователя должна находиться в пределах $^1/_8$ дюйма (3 мм) от отверстия стандартной течи. Скорость стандартного сканирования не должна превышать скорость стандартной утечки Q. Отклонения измерительного прибора должны быть зарегистрированы, или звуковая сигнализация или световой сигнал индикатора, установленные на данную скорость сканирования.

III-1064 Время обнаружения

Время, требуемое для выявления утечки из стандартной течи, считается временем обнаружения, необходимо контролировать это время в ходе калибровки системы. Предпочтительно, чтобы это время было как можно короче, чтобы сократить время, требуемое для точного обнаружения указанной утечки.

III-1065 Частота и чувствительность

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, чувствительность детектора должна определяться перед и после проведения испытаний, и через интервалы, не превышающие 4 часа в процессе испытаний. Во время любой проверки калибровки, наличие отклонений прибора, возникновение звукового сигнала или загорания сигнальной лампы указывает на то, что детектор не может определить утечку по стандартной течи в соответствии с III-1061, прибор следует подвергнуть повторной калибровке, а участки, испытанные после последней успешной проверки калибровки, повторно испытать.

III-1070 ИСПЫТАНИЯ

III-1071 Место испытания

(a) Участок для испытаний не должен иметь загрязняющих веществ, которые могли бы помешать испытаниям или привести к ошибочным результатам.

(b) Компонент, подлежащий испытаниям, по возможности должен быть защищен от сквозняков, или располагаться на участках, где сквозняки не снизят необходимую чувствительность испытания.

III-1072 Концентрация пробного газа

Концентрация пробного газа должна составлять, как минимум, 10% по объему при испытательном давлении, если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил.

III-1073 Время выдержки

До начала проверки испытательное давление должно выдерживаться минимум в течение 30 мин. После демонстрационных испытаний минимальное допустимое время выдержки может быть меньше указанного выше из-за мгновенной дисперсии галоидного газа, если:

(a) специальное временное устройство (например, коробки на присосках) используется на открытых компонентах для испытания участков малой длины;

(b) внутри компонента до первоначального нагнетания галоидного газа создавался низкий вакуум.

III-1074 Расстояние сканирования

По истечении требуемого времени выдержки согласно III-1073, головка щупа детектора должна пройтись по испытываемой поверхности. Головку щупа следует держать в пределах $^{1}/_{8}$ дюйма (3 мм) от испытываемой поверхности во время сканирования. Если при калибровке используется меньшее расстояние, запрещается превышать данное расстояние во время сканирования.

III-1075 Скорость сканирования

Максимальная скорость сканирования должна соответствовать требованиям III-1063.

III-1076 Направление сканирования

Исследующее сканирование должно начинаться с самого верхнего участка системы, испытываемой на утечку, и постепенно снижаться.

III-1077 Определение утечки

Утечку обнаруживают и определяют в соответствии с требованиями III-1032.

III-1078 Применение

Ниже следуют два примера возможного использования (обратите внимание, что можно использовать и другие типы).

III-1078.1 Проверка трубы. Чтобы обнаружить утечку через стенки трубы при испытании трубчатого теплообменника, необходимо вводить головку щупа детектора в каждый конец трубы и удерживать ее там в течение времени, установленного при демонстрационных испытаниях. Сканирование должно начинаться с самого верхнего участка рядов труб трубной решетки и постепенно спускаться вниз.

III-1078.2 Проверка стыка труба – трубная решетка.

Соединения труба – трубная решетка можно испытывать по методу шлюза. Шлюз может быть воронкообразным, маленьким концом он присоединяется к головке щупа, а большой конец размещают над стыком трубы и трубной решетки. Если используется шлюз, время обнаружения определяется при размещении шлюза над отверстием стандартной течи с фиксацией времени, требуемого для получения ответной реакции указанного прибора.

III-1080 ОЦЕНКА

III-1081 Утечка

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, испытываемый участок считается принятым, если не выявлены утечки, превышающие допустимую скорость 1×10^{-4} $см^3/с$ н.у. (1×10^{-5} Па $м^3/с$).

III-1082 Ремонт/Повторные испытания

Если выявлена недопустимая утечка, необходимо отметить место утечки (утечек). Следует сбросить давление в компоненте и устранить утечку(и) в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил. После устранения утечки необходимо повторно проверить участок или участки, подлежащие ремонту, в соответствии с требованиями данного Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ IV ИСПЫТАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА — СПОСОБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕТЕКТОРНОЙ ГОЛОВКИ

IV-1000 ВВЕДЕНИЕ

IV-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данная методика описывает использование гелиевого масс-спектрометра для определения незначительных следов гелиевого газа в герметичных компонентах. Высокая чувствительность данного течеискателя обеспечивает возможность обнаружения потока гелиевого газа со стороны низкого давления через очень маленькое отверстие в колбе или мембране, разделяющей две области с разным давлением, или определение наличия гелия в любой газовой смеси. Метод с использованием детекторной головки является полуколичественным методом, используемым для определения наличия и места утечек, и не должен считаться количественным.

IV-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

IV-1021 Письменные требования к процедуре

IV-1021.1 Требования. Должны применяться требования T-1021.1, Таблицы IV-1021, и следующие,

ТАБЛИЦА IV-1021
ТРЕБОВАНИЯ К ЗОНДОВОМУ МЕТОДУ ИСПЫТАНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Изготовитель КИП, модель	X	…
Изготовитель детекторной головки, ее модель	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Температура металла[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Требования по аттестации персонала на месте проведения работ, при необходимости	X	…
Нагнетаемый газ (воздух или инертный газ)	…	X
Скорость сканирования (максимальная во время калибровки системы)	…	X
Сигнальное устройство	…	X
Направление сканирования	…	X
Способ очистки после проведения испытания	…	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

в соответствии с данной Статьей или разделом Норм и Правил.

(a) стандартная утечка в приборе
(b) стандартная утечка в системе
(c) пробный газ
(d) концентрация пробного газа
(e) испытательное давление
(f) время выдержки
(g) на расстоянии сканирования
(h) манометр
(i) контрольные проверки чувствительности
(j) критерии приемки

IV-1021.2 Квалификация процедуры. Должны применяться требования Т-1021.3 и Таблицы IV-1021.

IV-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

IV-1031 Прибор контроля

Следует использовать гелиевый масс спектрометр для определения утечки, способный обнаруживать и измерять незначительные следы гелия. Утечку определять с помощью одного или более сигнальных устройств.

(a) Измерительный прибор: измерительное устройство на или присоединенное к контрольно-измерительному прибору.

(b) Аудио-устройства: динамик или комплект наушников, с помощью которых можно получить звуковую индикацию.

(c) Сигнальная лампа: лампа световой сигнализации.

IV-1032 Дополнительное оборудование

(a) Трансформатор. Трансформатор постоянного напряжения должен использоваться вместе с контрольно-измерительным прибором, если сетевое напряжение изменяется.

(b) Детекторная головка. Все участки, подлежащие проверке, должны быть сканированы с целью обнаружения утечек с помощью детекторной головки (щупа), связанного с контрольно-измерительным прибором с помощью гибкой трубки или шланга. Чтобы сократить время срабатывания измерительного устройства и сэкономить время, длина трубки или шланга должна быть меньше 15 футов (4,5 м), если испытательная установка не рассчитана на уменьшенное время срабатывания и экономию времени при использовании трубки и шланга с большей длиной.

IV-1033 Стандартные течи для калибровки

Стандартные течи для калибровки могут быть как проникающего, так и капиллярного типа в соответствии с Т-1063.1 и Т-1063.2. Тип используемой стандартной утечки должен быть установлен с помощью контрольно-измерительного прибора или в соответствии с требованиями чувствительности системы, или в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил.

IV-1060 КАЛИБРОВКА

IV-1061 Калибровка измерительных приборов

IV-1061.1 Нагрев. Следует включить контрольно-измерительный прибор и обеспечить его прогрев, как минимум, в течение времени, указанного изготовителем прибора, до начала калибровки с помощью калибровочной стандартной течи.

IV-1061.2 Калибровка. Выполните калибровку гелиевого масс спектрометра в соответствии с руководством пользователя и руководством по техническому обслуживанию, предоставленными изготовителем прибора, используя стандартную течь проникающего типа в соответствии с требованиями Т-1063.1, чтобы установить, является ли чувствительность прибора оптимальной или достаточной. Чувствительность прибора должна быть, по крайней мере, 1×10^{-9} см^3/с н.у. (1×10^{-10} Па м^3/с) для гелия.

IV-1062 Калибровка системы

IV-1062.1 Размер стандартной течи. Максимальная скорость утечки Q для стандартной течи, указанная в п. IV-1033, при 100% концентрации гелия для использования в соответствии с IV-1062.2, должна рассчитываться следующим образом:

$$Q = Q_s \frac{\%TG}{100}$$

где Q_s - 1 x 10^{-4} $см^3$/с н.у.(1 x 10^{-5} Па $м^3$/с), если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, и *%TG* – концентрация пробного газа (в %), который должен использоваться для испытания (см. IV-1072).

IV-1062.2 Скорость сканирования. После присоединения детекторной головки к прибору, система должна быть калибрована – детекторная головка зонда должна пройти через отверстие стандартной течи в соответствии с IV-1062.1. Головку зонда удерживать в пределах 1/8 дюйма (3 мм) от отверстия стандартной течи. Скорость сканирования не должна превышать скорость, при которой можно определить скорость стандартной утечки *Q*. Отклонение измерительного прибора необходимо отметить, или установить звуковую сигнализацию /индикаторную лампу для данной скорости сканирования.

IV-1062.3 Время определения. Время, необходимое для определения утечки по стандартной течи, называется временем определения, и его необходимо контролировать при калибровке системы. Как правило, предпочтительным является, чтобы это время было как можно меньше, чтобы уменьшить время, необходимое для определения утечки.

IV-1062.4 Частота и чувствительность. Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, чувствительность системы должна определяться до и после проведения испытаний и с интервалами, не более 4 ч. во время испытаний. Во время любой проверки калибровки, при отклонениях измерительного устройства, звуковая сигнализация или световой сигнал индикаторной лампы указывают, что система не может определить утечку в соответствии с IV-1062.2; система и, при необходимости, контрольно-измерительные прибор, должны быть повторно калиброваны, и все участки, испытанные после последней удовлетворительной проверки калибровки, должны быть испытаны повторно.

IV-1070 ИСПЫТАНИЯ

IV-1071 Место испытания

Компонент, подлежащий испытаниям, должен, по возможности, быть защищен от сквозняка, или располагаться на участке, где требуемая чувствительность испытания не будет снижена из-за сквозняков.

IV-1072 Концентрация пробного газа

Концентрация гелиевого пробного газа должна быть, по крайней мере, 10% по объему при испытательном давлении, если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил.

IV-1073 Время выдержки

До начала проверки испытательное давление должно выдерживаться минимум в течение 30 мин. Минимальное допустимое время выдержки может быть меньше указанного выше из-за мгновенной дисперсии галоидного газа, если:

(a) специальное временное устройство (например, коробка на присосках) используется на открытых компонентах для испытания участков с малой длиной;

(b) в компонентах создан до начального нагнетания галоидного газа был создан низкий вакуум.

IV-1074 Расстояние сканирования

По истечении требуемого времени выдержки согласно IV-1073, головкой щупа детектора необходимо провести по испытываемой поверхности. Головку щупа следует держать в пределах 1/8 дюйма. (3 мм) от испытываемой поверхности во время сканирования. Если при калибровке системы используется меньшее расстояние, запрещается превышать данное расстояние во время сканирования.

IV-1075 Скорость сканирования

Максимальная скорость сканирования должна соответствовать требованиям IV-1062.2.

IV-1076 Направление сканирования

Исследующее сканирование должно начинаться с самого нижнего участка системы, испытываемой на утечку, и постепенно подниматься вверх.

IV-1077 Определение утечки

Утечку обнаруживают и определяют в соответствии с требованиями IV-1031.

IV-1078 Применения

Ниже следуют два примера возможного использования (обратите внимание, что можно использовать и другие типы):

IV-1078.1 Проверка трубы. Чтобы обнаружить утечку через стенки трубы при испытании трубчатого теплообменника, необходимо вводить головку щупа детектора в каждый конец трубы и удерживать ее там в течение времени, установленного при выявлении. Сканирование должно начинаться с самого нижнего участка рядов труб трубной решетки и постепенно подниматься вверх.

IV-1078.2 Проверка стыка труба – трубная решетка.

Соединения труба – трубная решетка можно испытывать по методу шлюза. Шлюз может быть воронкообразным, маленьким концом он присоединяется к головке щупа, а большой конец размещают над стыком трубы и трубной решетки. Если используется шлюз, время обнаружения определяется при размещении шлюза над отверстием стандартной течи с фиксацией времени, требуемого для получения ответной реакции указанного прибора.

IV-1080 ОЦЕНКА

IV-1081 Утечка

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и

ТАБЛИЦА V-1021
ТРЕБОВАНИЯ ЗОНДОВОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО МЕТОДА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛИЕВОГО МАСС СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УТЕЧКИ

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Изготовитель прибора, модель	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Температура металла[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Изготовитель головки щупа, модель	X	…
Требования по аттестации персонала на месте проведения работ, при необходимости	X	…
Скорость потока в головке щупа (минимальная во время калибровки системы)	…	X
Скорость сканирования (максимальная во время калибровки системы)	…	X
Сигнальное устройство	…	X
Сканирующее устройство	…	X
Система вакуумного насоса	…	X
Способ очистки после проведения испытания	…	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

Правил, испытываемый участок считается принятым, если не выявлены утечки, превышающие допустимую скорость 1×10^{-4} $см^3/с$ н.у. (1×10^{-5} Па $м^3/с$).

IV-1082 Ремонт/Повторные испытания

Если выявлена недопустимая утечка, необходимо отметить место утечки (утечек). Следует сбросить давление в детали и устранить утечку(и) в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил. После устранения утечки необходимо повторно проверить участок или участки, подлежащие ремонту, в соответствии с требованиями данного Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ V ИСПЫТАНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА — СПОСОБ ПОДВОДА ПРОБНОГО ГАЗА С ПОМОЩЬЮ ЩУПА

V-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данная методика описывает использование гелиевого масс-спектрометра для определения незначительных следов гелиевого газа в вакуумных компонентах.

Высокая чувствительность данного течеискателя при проведении зондовых испытаний обеспечивает возможность обнаружения и определения места выхода гелиевого газа со стороны высокого давления очень маленьких отверстий в герметичной колбе или мембране, разделяющей две области с разным давлением. Данный метод является полуколичественным, и не должен считаться количественным.

V-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

V-1021 Требования к письменной процедуре

V-1021.1 Требования. Должны применяться требования T-1021.1, Таблицы V-1021, и следующие в соответствии с данной Статьей или разделом Норм и Правил.

(a) стандартная утечка в приборе
(b) стандартная утечка в системе
(c) пробный газ
(d) давление при испытании в вакууме
(e) проверка вакуума
(f) время выдержки
(g) расстояние сканирования
(h) контрольные проверки чувствительности
(i) критерии приемки

V-1021.2 Квалификация процедуры. Должны применяться требования T-1021.3 и Таблицы V-1021.

V-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

V-1031 Прибор контроля

Следует использовать гелиевый масс спектрометр для определения утечки, способный обнаруживать и измерять незначительные следы гелия. Утечку определять с помощью одного или более сигнальных устройств.

(a) Измерительный прибор: измерительное устройство, установленное на приборе контроля или присоединенное к нему.

(b) Аудио-устройства: динамик или комплект наушников, с помощью которых можно получить звуковую индикацию.

(c) Сигнальная лампа: лампа световой сигнализации.

V-1032 Дополнительное оборудование

(a) Трансформатор. Трансформатор постоянного напряжения должен использоваться вместе с контрольно-измерительным прибором, если сетевое напряжение меняется.

(b) Система вспомогательных насосов. Если размер испытательной системы требует использования вспомогательной системы вакуумных насосов, предельное абсолютное давление и скорость насосов системы должны быть достаточными для получения требуемой испытательной чувствительности и времени срабатывания.

(c) Трубопровод. Система труб и клапанов с соответствующими соединениями для калибровки датчиков измерительных приборов, вспомогательного насоса, стандартной калибровочной течи и испытываемой детали.

(d) Щуп. Труба, присоединенная к источнику 100% гелия с узким отверстием с клапаном на другом конце для определения потока гелиевого газа.

(e) Вакуумметр(ы). Предел измерения вакуумметра (ов), способных измерять абсолютное давление, при котором испытывается вакуумная система. Измерительное устройство (а) для больших систем должно располагаться на системе как можно дальше от входного отверстия насосной системы.

V-1033 Стандартные течи для калибровки

Должна использоваться стандартная течь капиллярного типа в соответствии с Т-1063.2 с максимальной скоростью утечки гелия 1×10^{-5} см^3/с н.у. (1×10^{-6} Па м^3/с), если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил.

V-1060 КАЛИБРОВКА

V-1061 Калибровка измерительных приборов

V-1061.1 Нагрев. Следует включить контрольно-измерительный прибор и обеспечить его прогрев минимум в течение времени, указанного изготовителем прибора до начала калибровки с помощью калибровочной стандартной течи.

V-1061.2 Выполните калибровку гелиевого масс спектрометра в соответствии с руководством пользователя и руководством по техническому обслуживанию, предоставленными изготовителем прибора, используя стандартную течь проникающего типа в соответствии с требованиями Т-1063.1, чтобы установить, является ли чувствительность прибора оптимальной или достаточной. Чувствительность прибора должна быть, по крайней мере, 1×10^{-9} см^3/с н.у. (1×10^{-10} Па м^3/с) для гелия.

V-1062 Калибровка системы

V-1062.1 Размер стандартной течи. Калибровочная стандартная течь, в соответствии с V-1033, должна быть присоединена к компоненту как можно дальше от соединения прибора контроля с компонентом. Стандартная течь должна оставаться открытой во время калибровки системы.

V-1062.2 Скорость сканирования. Создав в компоненте вакуум при абсолютном давлении, достаточное для присоединения гелиевого масс спектрометра к системе, система должна быть калибрована – детекторная головка зонда должна двигаться поперек отверстия стандартной течи. Головку зонда удерживать в пределах ¼ дюйма (6 мм) от отверстия стандартной течи. Для заданной скорости потока 100% гелия от головки щупа, скорость сканирования не должна превышать скорость, при которой можно определить утечку через стандартную калибровочную течь в испытательную систему.

V-1062.3 Время определения. Время, необходимое для определения утечки из стандартной течи, называется временем определения, и его необходимо контролировать при калибровке системы. Как правило, лучше, чтобы это время было как можно меньше, чтобы уменьшить время, необходимое для определения утечки.

V-1062.4 Частота и чувствительность. Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, чувствительность системы должна определяться до и после проведения испытаний и с интервалами не более 4 ч. во время испытаний. Если во время любой проверки калибровки, при отклонениях измерительного устройства, звуковая сигнализация или световой сигнал индикаторной лампы указывают, что система не может определить утечку в соответствии с IV-1062.2, то система и, при необходимости, контрольно-измерительные прибор, должны быть повторно калиброваны, и все участки, испытанные после последней удовлетворительной проверки калибровки, должны быть испытаны повторно.

V-1070 ИСПЫТАНИЯ

V-1071 Скорость сканирования

Максимальная скорость сканирования должна соответствовать требованиям V-1062.2.

V-1072 Направление сканирования

Исследующее сканирование должно начинаться с самого верхнего участка системы, испытываемой на утечку, и постепенно спускаться вниз.

V-1073 Расстояние сканирования

Головку щупа следует держать в пределах ¼ дюйма (6 мм) от испытываемой поверхности во время сканирования. Если при калибровке системы используется меньшее расстояние, запрещается превышать данное расстояние во время сканирования.

V-1074 Определение утечки

Утечку обнаруживают и определяют в соответствии с требованиями V-1031.

V-1075 Скорость потока

Минимальная скорость потока должна соответствовать требованиям V-1062.2.

V-1080 ОЦЕНКА

V-1081 Утечка

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, испытываемый участок считается принятым, если не выявлены утечки, превышающие допустимую скорость1×10^{-5} см^3/с н.у. (1×10^{-6} Па м^3/с).

V-1082 Ремонт/Повторные испытания

Если выявлена недопустимая утечка, необходимо отметить место утечки (утечек). Следует подать воздух в компонент

ТАБЛИЦА VI-1021
ТРЕБОВАНИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО МЕТОДА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Давление изготовителя вакуумметра, и его модель	X	…
Изготовитель прибора для измерения температуры, модель, когда приемлемо	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Температура металла[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Требования по аттестации персонала, при необходимости	X	…
Система вакуумных насосов, если приемлемо	…	X
Способ очистки после проведения испытания	...	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

и устранить утечку(и) в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил. После устранения утечки необходимо повторно проверить участок или участки, подлежащие ремонту, в соответствии с требованиями данного Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI ИСПЫТАНИЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ

VI-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данный метод испытаний описывает способы определения скорости утечки на границах замкнутого компонента или системы при специально заданном давлении или вакууме. Фактическое давление, абсолютное давление, поддержание давления, потеря давления, спад давления, увеличение давления и сохранение вакуума – примеры технических приемов, которые можно использовать, если испытание при изменении давления указано в качестве способа определения скорости утечки. Испытания определяют максимально допустимое изменение давления на единицу времени, процентное отношение или изменение массы на единицу времени.

VI-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

VI-1021 Требования к письменной процедуре

VI-1021.1 Требования. Должны применяться требования Т-1021.1, Таблицы VI-1021, и следующее в соответствии с данной Статьей или разделом Норм и Правил.

(a) испытание/испытательное давление вакуума
(b) время выдержки
(c) длительность испытания
(d) интервал регистрации
(e) критерий приемки

VI-1021.2 Квалификационные испытания процедуры. Должны применяться требования Т-1021.3 и Таблицы VI-1021.

VI-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

VI-1031 Приборы для измерения давления

(a) Диапазон манометра. Манометр часового типа и регистрирующего типа с круговой шкалой должен соответствовать требованиям Т-1031(a). Жидкостные манометры или напоромеры можно использовать на всем диапазоне.

(b) Места установки манометров Расположение манометров должно соответствовать требованиям Т-1031(b).

(c) Типы манометров. Манометры регулярного или абсолютного давления можно использовать при проведении испытаний с изменением давления. Если требуется большая точность, можно использовать напоромеры или жидкостные манометры. Используемые манометр(ы) должны иметь точность, разрешение и повторяемость, совместимые с критериями приемки.

VI-1032 Приборы для измерения температуры

Приборы для измерения температуры по шарику сухого термометра или по точке росы при использовании, должны иметь точность, разрешение и повторяемость, совместимые с критериями приемки.

VI-1060 КАЛИБРОВКА

VI-1061 Приборы для измерения давления

Все измерительные, записывающие манометры с круговой шкалой и напорометры должны быть калиброваны в соответствии с Т-1061(b). Шкала жидкостных манометров должна быть калибрована по стандартам, соотношение которых с национальными стандартами известно, если таковые стандарты существуют.

VI-1062 Приборы для измерения температуры

Калибровка приборов для измерения температуры по сухому шарику и по точке росы должны быть калиброваны по стандартам, соотношение которых с национальными стандартами известно, если таковые стандарты существуют.

VI-1070 ИСПЫТАНИЯ

VI-1071 Применение давления

В компонентах, подлежащих испытаниям при давлении, превышающем атмосферное давление, должно создаваться давление в соответствии с Т-1044.

VI-1072 Применение вакуума

В компонентах, подлежащих испытаниям в среде вакуума, должен создаваться вакуум, по крайней мере, на 2 фунта/дюйм^2 (4 дюйма Hg) (15 кПа) ниже атмосферного давления, или в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил.

VI-1073 Длительность испытания

Испытательное давление (или вакуум) должно сохраняться в течение периода, определенного в соответствующем разделе Норм и Правил, или, если не указано, оно должно быть достаточным для того, чтобы установить скорость утечки модульной системы с точностью, или в доверительных пределах, требуемых согласно соответствующему разделу Норм и Правил. Для очень маленьких компонентов или систем может быть достаточно продолжительности испытания, измеряемого в минутах. Для больших компонентов или систем, для которых необходимы изменения температуры и содержания водяных паров, могут потребоваться испытания в течение нескольких часов.

VI-1074 Малые напорные системы

Для стабилизации температуры в очень маленьких напорных системах, таких, как пространство между прокладками, где можно измерить только температуру системы (металла), должны пройти, по крайней мере, 15 мин. после завершения повышения давления и перед началом испытаний.

VI-1075 Большие напорные системы

Для стабилизации температуры в больших напорных системах, где температура внутреннего газа измеряется после завершения повышения давления, должно быть определено, что температура внутреннего газа была стабилизирована до начала испытаний.

VI-1076 Начало испытаний

В начале испытаний должны быть взяты показания исходной температуры и давления (или вакуума), а после этого снимать показания через регулярные интервалы, не превышающие 60 мин, до окончания указанного испытания.

VI-1077 Существенные переменные

(a) Если необходимо компенсировать изменения атмосферного давления, необходимо выполнить измерения испытательного давления с помощью манометра для измерения абсолютного давления или манометра для измерения регулярного давления, а также с помощью барометра.

(b) Когда требуется в соответствии с разделом Норм и Правил, или когда изменение давления водяного пара может оказать значительное влияние на результаты испытания, необходимо измерить температуру внутренней точки росы или относительную влажность.

VI-1080 ОЦЕНКА

VI-1081 Приемлемое испытание

Когда изменение давления или скорости утечки соответствуют указанным в соответствующем Разделе Норм и Правил, или меньше их, испытание считается приемлемым.

VI-1082 Неприемлемое испытание

Когда изменение давления или скорость утечки превышают указанные в соответствующем разделе Норм и Правил, результаты испытания считаются неудовлетворительными. Места утечки(ек) можно также определить с помощью других методов, описанных в Обязательных Приложениях. После определения причины и устранения изменения давления или скорости утечки в соответствии с разделом Норм и Правил, необходимо повторить первоначальное испытание.

ПРИМЕЧАНИЕ: Более подробная информация касательно данного метода испытания приводится в:

(a) 10 CFR 50, Appendix J, *Primary Containment Leakage Testing for Water Cooled Power Reactors (Приложение J, Испытания на утечку из защитной оболочки для энергетических ядерных реакторов с водяных охлаждением).*

(b) ANSI/ANS 56.8-1981, *American National Standard Containment System Leakage Testing Requirements,* published by the American Nuclear Society *(Американский Национальный Стандарт. Требования к испытаниям на утечку из систем, работающих под давлением).*

ПРИЛОЖЕНИЕ VII – ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОПИСАНИИ ИСПЫТАНИЙ НА УТЕЧКУ

VII-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данное Обязательное Приложение используется для того, чтобы установить стандартные термины и их определения, встречающиеся в Статье 10, Испытания на утечку.

VII-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

(a) ASTM E 1316, Standard Terminology for Nondestructive Examinations, has been adopted by the Committee as SE-1316 – Стандартная терминология для неразрушающих испытаний, утверждена Комиссией как SE-1316.

(b) SE-1316 В Разделе 8 приводятся определения терминов, перечисленных в п. (e).

(c) Общие термины, такие, как *Непрерывность, Оценка, Дефект, Индикация, Проверка и т.д.* – см. Статью 1, Обязательное Приложение I.

(d) В данной Статье используются следующие термины SE-1316: *абсолютное давление; фоновый сигнал; давление по манометру; газ; галоген; галоидный течеискатель; поиск течи колпачковым методом; течь; скорость утечки; испытание на утечку; масс спектрометр; течеискатель на основе масс спектрометра; пробоотборник; стандартная течь; пробный газ; вакуум.*

(e) В данной Статье используются следующие термины дополнительно к SE-1316, указанные в Нормах и Правилах.

Фоновые данные: см. фоновый сигнал в VII-1020(d).

Стандартная течь для калибровки: см. стандартная течь в VII-1020(d).

Детекторная головка: см. пробоотборник в VII-1020(d).

Температура точки росы: температура, при которой газ в системе больше не может удерживать водяной пар, и появляется конденсация в виде росы.

Температура сухого термометра: температура окружающей среды газа в системе.

Галоидный диодный течеискатель: см. галоидный течеискатель в VII-1020(d).

Гелиевый масс спектрометр: см. масс спектрометр и *течеискатель на основе масс спектрометра* в VII-1020(d).

Способ поиска течи колпачковым методом: см. поиск течи колпачковым методом в VII-1020(d).

Погружная ванна: жидкость с низким поверхностным напряжением, в которую погружается газ, содержащий включения, для обнаружения утечки, которая образуется на участке или участках течи или течей.

Раствор для погружения: см. *погружная ванна.*

Инертный газ: газ, который не соединяется с другими веществами. Например: гелий, неон и аргон.

Калибровка прибора контроля: введение стандартной течи известного размера в изолированный течеискатель с целью определения скорости наименьшей утечки газа при заданном давлении и температуре, которую течеискатель может определить по специальным делениям на шкале индикатора течи.

Утечка: текучая среда, жидкость или газ, вытекающая через течь, выражается в единицах массового расхода; например, давление и объем за единицу времени.

Стандартная течь: см. стандартная течь в VII-1020(d).

Напоромер: высокоточный манометр - электронный прибор для измерения давления, выравнивающий перепад давления. Элемент, преобразующий давление, - цельный элемент Бурдона из наплавленного кварца.

Регулярное давление: см. давление по манометру в VII-1020(d).

чувствительность: размер наименьшей скорости утечки, который может быть однозначно определен с помощью прибора для испытаний на утечку, используемого метода или способа.

Время выдержки: полный период времени между моментом, когда в системе достигается требуемое дифференциальное давление, и временем, когда реализуется способ испытания для определения течи или измерения скорости утечки.

Стандартное устройство для измерения собственного веса: устройство для гидравлического уравнивания давления на известный высокоточный груз по показанию манометра с целью калибровки манометра.

Калибровка системы: введение стандартной течи известного размера в испытательную систему с течеискателем с целью определения скорости утечки наименьшего размера определенного газа при заданном давлении и температуре, которую течеискатель как элемент испытательной системы может определить по делениям шкалы.

Детектор теплопроводности: течеискатель, который реагирует на разницу в теплопроводности дискретного газа и газа, используемого для его обнуления (например, фоновая атмосфера).

Вакуумная камера: устройство, используемое для получения перепада давления по сварному шву, непосредственно вокруг которого невозможно создать повышенное давление. В ней находится большое смотровое окно, специальная легко устанавливаемая уплотнительная прокладка, манометр и клапанное соединение для воздушного эжектора, вакуумного насоса или впускного коллектора.

Водяной пар: вода в газообразном состоянии в системе.

ПРИЛОЖЕНИЕ VIII ЗОНДОВОЕ ИСПЫТАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

VIII-1000 ВВЕДЕНИЕ

Эти приборы обеспечивают возможность выявить поток пробного газа со стороны низкого давления очень маленького отверстия в колбе или мембране, разделяющей две области с разным давлением.

VIII-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Зондовый метод испытания с помощью детектора теплопроводности является полуколичественным методом, используемым для обнаружения и определения места течи, и количественным не считается.

VIII-1011 Течеискатели теплопроводности

Устройство теплопроводности с детекторной головкой использует принцип, при котором теплопроводность газа или газовой смеси изменяется при любом изменении концентрации газа или газовой смеси (например, введение пробного газа в участок течи).

VIII-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

VIH-1021 Требования письменной процедуры

VIII-1021.1 Требования. Должны применяться требования T-1021.1, Таблицы VIII-1021 и следующие, указанные в данной Статье или в соответствующем разделе Норм и Правил.

(a) Стандартная течь
(b) Концентрация пробного газа
(c) Испытательное давление
(d) Время выдержки

ТАБЛИЦА VIII-1021
ТРЕБОВАНИЯ К ЗОНДОВОМУ ИСПЫТАНИЮ С ПОМОЩЬЮ ДЕТЕКТОРА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Изготовитель прибора контроля, модель	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Температура металла[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Пробный газ	X	…
Требования по аттестации персонала, при необходимости	X	…
Скорость сканирования (максимальная во время калибровки системы)	…	X
Сигнальное устройство	…	X
Направление сканирования	…	X
Способ очистки после проведения испытания	…	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

ТАБЛИЦА VIII-1031
ПРОБНЫЙ ГАЗ

Обозначение	Химическое обозначение	Химическая формула
…	Гелий	He
…	Аргон	Ar
…	Углекислый газ	CO_2
Хладагент-11	Трихлоромонофлорметан	CCl_3F
Хладагент -12	Дихлоридфлорметан	CCl_2F_2
Хладагент -21	Дихлоромонофлорметан	$CHCl_2F$
Хладагент -22	Хлородифлорметан	$CHClF_2$
Хладагент -114	Дихлоротетрафлороэтан	$C_2Cl_2F_4$
Хладагент -134a	Тетрафлороэтан	$C_2H_2F_4$
Метиленхлорид	Дихлорометан	CH_2Cl_2
Элегаз	Элегаз	SF_6

(e) расстояние сканирования
(f) манометр
(g) контрольные проверки чувствительности
(h) критерии приемки

VIII-1021.2 Квалификационные испытания процедуры. Должны применяться требования T-1021.3 и Таблицы VIII-1021.

VIII-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

VIII-1031 Пробный газ

В принципе, любой газ, теплопроводность которого отличается от воздуха, может использоваться в качестве пробного газа. Достижимая чувствительность зависит от относительной разности теплопроводности газов [например, фоновый воздух (воздух, используемый для обнуления контрольно-измерительного оборудования) и отобранный воздух (воздух, содержащий пробный газ) на участке течи]. В Таблице VIII-1031 перечислены некоторые используемые стандартные пробные газы. Пробный газ, который подлежит использованию, должен отбираться на основании необходимой испытательной чувствительности.

VIII-1032 Прибор контроля

Должен использоваться электронный течеискатель в соответствии с VIII-1011. Утечку определять с помощью одного или более сигнальных устройств:

(a) Измерительное устройство. Измерительный прибор на испытательном контрольно-измерительном приборе, или щуп, или оба.

(b) Аудио устройства. Динамик или комплект наушников, с помощью которых можно получить звуковую индикацию.

(c) Сигнальная лампа. Лампа визуальной сигнализации.

VIII-1033 Стандартная течь для капиллярной калибровки

Стандартная течь капиллярного типа в соответствии с T-1063.2 при использовании 100% пробного газа согласно VIII-1031.

VIII-1060 КАЛИБРОВКА

VIII-1061 Размер стандартной течи

Максимальная скорость утечки Q для стандартной течи, описанной в VIII-1033 при 100% концентрации пробного газа для использования в соответствии с VIII-1063, должна рассчитываться по формуле:

$$Q = Q_s \frac{\%\ \mathrm{TG}}{100}$$

где Q_s [см^3/с н.у. (Па м^3/с)] – требуемая испытательная чувствительность и *%TG* - концентрация пробного газа (в %), который должен использоваться при испытании. См VIII-1072.

VIII-1062 Прогрев

Необходимо включить течеискатель и прогреть его минимум в течение времени, указанного изготовителем прибора до калибровки стандартной течью.

VIII-1063 Скорость сканирования

Течеискатель должен быть калиброван при прохождении детекторной головки зонда поперек отверстия стандартной течи в соответствии с VIII-1061. Головку зонда удерживать в пределах ½ дюйма. (13 мм) от отверстия стандартной течи. Скорость сканирования не должна превышать скорость, при которой скорость утечки *Q* может быть определена по стандартной течи. Отклонение измерительного прибора необходимо отметить, или установить звуковую сигнализацию /индикаторную лампу для данной скорости сканирования.

VIII-1064 Время определения

Время, необходимое для определения утечки из стандартной течи, называется временем определения, и его необходимо контролировать при калибровке системы. Как правило, предпочтительным является, чтобы это время было как можно меньше, чтобы уменьшить время, необходимое для определения утечки.

VIII-1065 Частота и чувствительность

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, чувствительность течеискателя должна определяться до и после проведения испытаний и с интервалами, не более 4 ч. во время испытаний. Во время любой проверке калибровки, при отклонениях измерительного устройства, звуковая сигнализация или световой сигнал индикаторной лампы указывают, что течеискатель не может определить утечку в соответствии cVIII-1063, необходимо провести повторную калибровку прибора, а все участки, испытанные после последней удовлетворительной проверки калибровки, должны быть испытаны повторно.

VIII-1070 ИСПЫТАНИЯ

VIII-1071 Место испытания

(a) Участок испытания должен быть без загрязняющих веществ, которые могли бы повлиять на испытания или привести к неверным результатам.

(b) Компонент, подлежащий испытаниям, должен, по возможности, быть защищен от сквозняка, или располагаться на участке, где требуемая чувствительность испытания не будет снижена из-за сквозняков.

VIII-1072 Концентрация пробного газа

Концентрация пробного газа должна составлять, по крайней мере, 10% от объема при испытательном давлении, если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил.

VIII-1073 Время выдержки

До начала проверки испытательное давление должно выдерживаться минимум в течение 30 мин. После демонстрационных испытаний минимальное допустимое время выдержки может быть меньше указанного выше из-за мгновенной дисперсии галоидного газа, если:

(a) специальное временное устройство (например, коробки на присосках) используется на открытых компонентах для испытания участков малой длины;

(b) внутри компонента до первоначального нагнетания галоидного газа создавался низкий вакуум.

VIII-1074 Расстояние сканирования

По истечении требуемого времени выдержки согласно VIII-1073, головка щупа детектора должна пройтись по испытываемой поверхности. Головку щупа следует держать в пределах ½ дюйма. (13 мм) от испытываемой поверхности во время сканирования. Если при калибровке системы используется меньшее расстояние, запрещается превышать данное расстояние во время сканирования.

VIII-1075 Скорость сканирования

Максимальная скорость сканирования должна соответствовать требованиям VIII-1063.

VIII-1076 Направление сканирования

Для пробных газов, которые легче, чем воздух, проверочное сканирование должно начинаться в самой нижней части системы, подлежащей испытаниям, и постепенно подниматься вверх. Для пробных газов, которые тяжелее воздуха, проверочное сканирование должно начинаться в самой верхней части системы, подлежащей испытаниям, и постепенно опускаться вниз.

VIII-1077 Определение утечки

Утечку обнаруживают и определяют в соответствии с требованиями VIII-1032.

VIII-1078 Применение

Ниже следуют два примера возможного использования (обратите внимание, что можно использовать и другие типы).

VIII-1078.1 Проверка трубы. Чтобы обнаружить утечку через стенки трубы при испытании трубчатого теплообменника, необходимо вводить головку щупа детектора в каждую трубу и удерживать ее там в течение времени, установленного при демонстрационных испытаниях.

VIII-1078.2 Проверка стыка труба – трубная решетка. Соединения труба – трубная решетка можно испытывать по методу шлюза. Шлюз может быть воронкообразным, маленьким концом он присоединяется к головке щупа, а большой конец размещают над стыком трубы и трубной решетки. Если используется шлюз, время обнаружения определяется при размещении шлюза над отверстием стандартной течи с фиксацией времени, требуемого для получения ответной реакции указанного прибора.

VIII-1080 ОЦЕНКА

VIII-1081 Утечка

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, испытываемый участок считается принятым, если не выявлены утечки, превышающие максимальную скорость утечки *Q,* определенную в соответствии с VIII-1061.

ТАБЛИЦА IX-1021
ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕЧИ КОЛПАЧКОВЫМ МЕТОДОМ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Изготовитель прибора контроля, модель	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Температура металла[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Способ создания минимальной концентрации пробного газа в колпачке	X	…
Требования по аттестации персонала на месте проведения работ, при необходимости	X	…
Материалы колпачка	…	X
Вакуумная напорная система	…	X
Способ очистки после проведения испытания	…	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

VIII-1082 Ремонт/Повторные испытания

Если выявлена недопустимая утечка, необходимо отметить место утечки (утечек). Следует сбросить давление в компоненте и устранить утечку(и) в соответствии с требованиями соответствующего раздела Норм и Правил. После устранения утечки необходимо повторно проверить участок или участки, подлежащие ремонту в соответствии с требованиями данного Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ IX ИСПЫТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕЛИЕВОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА — ОБНАРУЖЕНИЕ ТЕЧИ КОЛПАЧКОВЫМ МЕТОДОМ

IX-1010 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данная методика описывает использование гелиевого масс-спектрометра соответственно для определения и измерения незначительных следов гелия в компонентах, где создан вакуум.

Высокая чувствительность данного течеискателя, при использовании колпачкового метода, обеспечивает возможность обнаружения и измерения полного потока гелия со стороны высокого давления через все закрытые колпачками маленькие отверстия в герметичной колбе или мембране, разделяющей две области с разным давлением. Это количественный метод измерения.

IX-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

IX-1021 Требования письменной процедуры

IX-1021.1 Требования. Должны применяться требования T-1021.1, Таблицы IX-1021, и следующие, в соответствии с требованиями данной Статьи или соответствующего раздела Норм и Правил.

(a) стандартная течь в приборе
(b) стандартная течь в системе
(c) вакуумный манометр
(d) критерии приемки

IX-1021.2 Квалификационные испытания процедуры. Должны применяться требования T-1021.3 и Таблицы IX-1021.

IX-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

IX-1031 Прибор контроля

Следует использовать гелиевый масс спектрометр для определения утечки, способный обнаруживать и измерять незначительные следы гелия. Утечку определять с помощью одного или более сигнальных устройств.

IX-1032 Дополнительное оборудование

(a) Трансформатор. Трансформатор постоянного напряжения должен использоваться вместе с контрольно-измерительным оборудованием, если сетевое напряжение меняется.

(b) Вспомогательная нагнетательная система. Если размер испытательной системы требует использования вспомогательной вакуумной нагнетательной системы, предельное абсолютное давление и производительность насоса должны быть достаточны для того, чтобы получить требуемую испытательную чувствительность и время срабатывания.

(c) Трубопровод. Система труб и клапанов с надлежащими соединениями для измерительного оборудования, вспомогательного насоса, стандартной течи для калибровки и испытываемого компонента.

(d) Колпачок. Любой подходящий чехол или контейнер, например, пластиковый пакет, с отверстием для трубопровода.

(e) Вакуумный манометр (ы). Предел измерения вакуумных манометров должен подходить для измерения абсолютного давления, при котором проходят испытания вакуумной системы. Манометры для больших систем должны располагаться в системе как можно дальше от входа в насосную систему.

IX-1033 Стандартная течь для калибровки

Должна использоваться стандартная течь постоянного типа в соответствии с требованиями Т-1063.1 при максимальной скорости утечки гелия 1 x 10^{-6} $см^3$/с н.у. (1 x 10^{-7} Па $м^3$/с), если не указано другое в соответствующем разделе Норм и Правил.

IX-1050 МЕТОДИКА

IX-1051 Проникновение

Если необходимо испытать системы с длительным временем срабатывания (например, низкая пропускная способность гелиевого масс-спектрометра), проникновение гелия через неметаллическое уплотнение может привести к неверным результатам. В таких случаях рекомендуется, по возможности, провести местные испытания колпачковым методом этого уплотнения, или не помещать его внутрь колпачка, если испытания уплотнения проводить не требуется.

IX-1052 Повторные или подобные испытания

Для повторных испытаний или если время испытаний по предыдущим подобным испытаниям известно, предварительную калибровку в соответствии с IX-1062.4, можно опустить.

IX-1060 КАЛИБРОВКА

IX-1061 Калибровка прибора контроля

IX-1061.1 Прогрев. Необходимо включить течеискатель и прогреть его, как минимум, в течение времени, указанного изготовителем прибора до начала калибровки по стандартной течи.

IX-1061.2 Калибровка. Выполните калибровку галоидного масс-спектрометра в соответствии с руководством пользователя и руководством по техобслуживанию, предоставленными изготовителем прибора контроля, используя стандартную течь проникающего типа, в соответствии с требованиями Т-1063.1, чтобы установить, что чувствительность измерительных приборов оптимальная или соответствующая. Чувствительность прибора контроля должна быть, по крайней мере, 1 x 10^{-9} $см^3$/с н.у. (1 x 10^{-10} Па $м^3$/с) для гелия.

IX-1062 Калибровка системы

IX-1062.1 Размер стандартной течи. Калибровочная стандартная течь *CL* в соответствии с Т-1063.1 со 100% гелием должна быть приложена, где приемлемо, к компоненту, как можно дальше от соединения контрольно-измерительного прибора и компонента.

IX-1062.2 Время срабатывания. С помощью компонента, в котором давление разрежено до абсолютного давления, достаточного для соединения галоидного масс спектрометра и системы, система должна быть калибрована при открытии стандартной течи в систему. Стандартная течь должна оставаться открытой, пока сигнал измерительного прибора не станет стабильным. Необходимо зафиксировать время, когда стандартная течь открывается первый раз в компонент, и повторно зафиксировать, когда рост выходного сигнала станет стабильным. Период времени между этими двумя показаниями – время срабатывания. Стабильное показание прибора контроля необходимо отметить и зафиксировать как M_1 по шкале.

IX-1062.3 Фоновые показания.[1] Фоновый показатель M_2 устанавливается по делениям шкалы после определения времени реакции. Стандартная течь в систему должна быть закрыта, и показания КИП необходимо зафиксировать, когда они станут стабильными.

IX-1062.4 Предварительная калибровка. Предварительная чувствительность системы должна рассчитываться по формуле:

$$S_1 = \frac{CL}{M_1 - M_2} = см^3 / сн.у./ \text{дел}\ (Па\ м^3 / с / дел)$$

Калибровку необходимо повторить, если произойдут какие-либо изменения в установочных параметрах течеискателя (например, изменение порции гелия, поступившего во вспомогательный насос, если используется) или любое изменение в стандартной течи. Стандартная течь должна быть изолирована от системы по завершении калибровки предварительной чувствительности системы.

IX-1062.5 Окончательная калибровка. По завершении испытаний системы в соответствии с требованиями IX-1071.4, и если компонент под колпачком находится в стабильном состоянии, необходимо снова открыть стандартную течь в систему, подлежащую проверке. Увеличение выходного сигнала контрольно-измерительного прибора необходимо отметить и зафиксировать как *M4* по делениям шкалы и использовать при расчете окончательной чувствительности системы по следующей формуле:

$$S_2 = \frac{CL}{M_4 - M_3} = \text{см}^3 н.у./ с / дел\ (Па\ м^3 / с / дел)$$

Если окончательная чувствительность системы S_2 стала меньше предварительной чувствительности системы S_1 более чем на 35%, необходимо выполнить очистку прибора контроля и/или выполнить его ремонт, повторную калибровку и повторно испытать компонент.

IX-1070 ИСПЫТАНИЯ

IX-1071 Стандартная методика

IX-1071.1 Колпачок. Для одностенного компонента или детали, контейнер с колпачком (колбой) может быть изготовлен из пластика.

IX-1071.2 Наполнение колпачка пробным газом. После завершения предварительной калибровки в соответствии с IX-1062.4, пространство между наружной поверхностью компонента и колпачком должно быть заполнено гелием.

IX-1071.3 Оценка или определение концентрации пробного газа колпачка. Необходимо выполнить оценку или определить концентрацию пробного газа в камере с колпачком.

IX-1071.4 Длительность испытания. После наполнения колпачка гелием, выходной сигнал прибора контроля M_3 должно быть отмечено и зарегистрировано по делениям шкалы по прошествии времени, равного времени срабатывания, определенного в соответствии с требованиями IX-1062.2 или, если выходной сигнал не стал стабильным, до момента стабилизации сигнала.

---

[1] Фоновый шум системы. Определения обозначений см. Информативное Приложение А

IX-1071.5 Измеренная скорость утечки из системы. После завершения окончательной калибровки в соответствии с IX-1062.5, скорость утечки из системы следует определить следующим образом:

(a) Для испытаний, при которых не возникают изменения в выходном сигнале (например, M_2 — M_3), скорость утечки из системы должна фиксироваться как "below the detectable range of the system" – «ниже определяемого диапазона системы» и испытание считается пройденным.

(b) Для испытаний, при которых выходной сигнал (M_3) остается на шкале, скорость утечки должна определяться по следующей формуле:

$$Q = \frac{S_2(M_3 - M_2)\times 100}{\%\text{TG}} \text{см}^3 н.у./с\ (Па\ м^3/с)$$

где *%*TG – концентрация пробного газа (в %) в колпачке. См. IX-1071.3.

(c) Для испытаний, при которых выходной сигнал (M_3) превышает определяемый предел измерений системы (например, выходной сигнал не находится на шкале), скорость утечки из системы должна фиксироваться как «greater than the detectable range of the system» - «выше определяемого предела измерений системы» и испытание считается не пройденным.

IX-1072 Альтернативная технология

IX-1072.1 Коэффициент корректировки системы. Для гелиевого масс-спектрометра для установок определения скорости утечки может использоваться Коэффициент корректировки системы (SCF), если необходимо использовать фактические показания индикатора скорости утечки вместо преобразования показаний по делениям шкалы [например, значения M_1, M_2, M_3, и M_4 непосредственно считываются с гелиевого масс спектрометра в см^3/с н.у. (Па м^3/с)].

IX-1072.2 Альтернативные формулы. Следует использовать следующие формулы вместо формул, указанных в IX-1062:

(a) Предварительная калибровка (в соответствии с IX-1062.4). Предварительный коэффициент корректировки системы (PSCF) должен рассчитываться по следующей формуле:

$$PSCF = CL/(M_1 - M_2)$$

(b) Окончательная калибровка (в соответствии с IX-1062.5). Окончательный коэффициент корректировки системы (FSCF) должен рассчитываться по формуле:

$$FSCF = CL/(M_4 - M_3)$$

Если FSCF ниже PSCF более чем на 35%, контрольно-измерительный прибор необходимо прочистить и/или отремонтировать, выполнить повторную калибровку и повторно испытать компоненты.

(c) Измеренная скорость утечки из системы (в соответствии с IX-1071.5). Скорость утечки из системы должна рассчитываться по формуле:

$$Q = \frac{[FSCF(M_3 - M_2)\times 100}{\%\text{TG}} см^3 н.у./с\ (Па\ м^3/с)$$

IX-1080 ОЦЕНКА

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, испытываемый компонент считается принятым, если измеренная скорость утечки гелия Q равна или менее, чем 1 x 10^{-6} см^3/с н.у. (1 x 10^{-7} Па м^3/с).

IX-1081 Утечка

Если скорость утечки превышает допустимое значение, все сварные швы или другие подозрительные участки должны быть испытаны повторно с помощью щупа. Все течи должны быть отмечены и временно загерметизированы, чтобы обеспечить завершение повторного испытания с помощью щупа. Временные герметизирующие составы должны быть такого типа, чтобы их можно было легко и полностью удалить по завершении испытания.

IX-1082 Ремонт/Повторные испытания

В компонент должен быть пущен воздух, течи устранены в согласно требованиям соответствующего раздела Норм и Правил. После устранения течей участок или участки должны быть повторно испытаны в соответствии с требованиями данного Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ X ИСПЫТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕЧЕИСКАТЕЛЯ

X-1000 ВВЕДЕНИЕ

Данная технология описывает способ применения ультразвукового течеискателя для определения с помощью ультразвука энергии, создаваемой потоком газа со стороны низкого давления очень маленького отверстия в колбе или мембране, разделяющей две области с различным давлением.

(a) Из-за низкой чувствительности [максимальная чувствительность 10^{-2} см^3/с н.у. (10^{-3} Па м^3/с)] данной технологии, не следует применять ее для приемочных испытаний резервуаров, в которых будут находиться ядовитые или опасные вещества.

(b) Данный метод считается полуколичественным методом, используемым для обнаружения течи и определения ее места, и не должен считаться количественным.

X-1020 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

X-1021 Требования письменной процедуры

X-1021.1 Требования. Должны применяться требования T-1021.1, Таблицы X-1021 и следующие в соответствии с данной Статьей или согласно соответствующему разделу Норм и Правил.

(a) стандартная течь
(b) испытательное давление
(c) время выдерживания
(d) манометр
(e) критерий приемки

ТАБЛИЦА X-1021
ТРЕБОВАНИЯ К УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ИСПЫТАНИЯМ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕЧИ

Требование	Существенная переменная	Несущественная переменная
Изготовитель прибора контроля, модель	X	…
Способ обработки поверхности	X	…
Температура металла[1] (находится не в пределах, указанных в данной статье, или как было указано)	X	…
Газ под давлением	X	…
Требования по аттестации персонала на месте выполнения работ, при необходимости	X	…
Расстояние сканирования (максимальное во время калибровки системы)	…	X
Скорость сканирования (максимальная во время калибровки системы)	…	X
Сигнальное устройство	…	X
Направление сканирования	…	X
Способ очистки после проведения испытания	…	X
Требования к квалификации персонала	…	X

ПРИМЕЧАНИЕ:
(1) Минимальная температура металла во время испытания не должна быть ниже температуры, указанной в соответствующем разделе Норм и Правил для гидрологических, гидропневматических или пневматических испытаний. Минимальная или максимальная температура во время испытания также должна быть совместима с методом испытания.

X-1021.2 Квалификационные испытания процедуры. Должны применяться требования T-1021.3 и Таблицы X-1021.

X-1030 ОБОРУДОВАНИЕ

X-1031 Прибор контроля

Следует использовать электронный ультразвуковой течеискатель, способный определять акустическую энергию в диапазоне от 20 до 100 кГц. На утечку указывает одно или более сигнальных устройств:

(a) Измерительное устройство: измерительное устройство, или щуп, или оба.

(b) Аудио-устройство: комплект наушников, с помощью которых можно получить звуковую индикацию.

X-1032 Стандартная течь для калибровки капиллярного типа

Стандартная течь капиллярного типа в соответствии со Статьей 10, T-1063.2.

X-1060 КАЛИБРОВКА

X-1061 Размер стандартной течи

Максимальная скорость утечки Q для стандартной течи а соответствии с X-1032 должна быть 1×10^{-1} $см^3/с$ н.у. (1×10^{-2} Па $м^3/с$), если не указано иное в соответствии с разделом Норм и Правил.

X-1062 Нагрев

Следует включить течеискатель и прогреть его минимум в течение времени, указанного изготовителем прибора, до начала калибровки.

X-1063 Скорость сканирования

Стандартная течь должна прикладываться к устройству подачи газа с регулируемым давлением и устройству установки давления, которые должны использоваться при испытаниях. Следует выполнить калибровку течеискателя, направляя течеискатель/щуп к стандартной течи на максимальном расстоянии сканирования, которое должно использоваться во время испытания, и фиксируя отклонения измерительного устройства и/или шаг звукового сигнала по мере сканирования течеискателя/щупа стандартной течи. Скорость сканирования не должна превышать скорость, при которой можно определить скорость утечки Q по стандартной течи.

X-1064 Частота и чувствительность

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, чувствительность течеискателя должна проверяться до и после испытаний, и с интервалами не более 4 часов во время испытаний. Во время любой проверки, любые отклонения измерительного устройства или звуковой сигнал указывают на то, что течеискатель/щуп не могут определить утечку в соответствии с X-1063, контрольно-измерительный прибор должен быть повторно калиброван, и все участки, испытанные после последней удовлетворительной проверки калибровки, должны быть повторно испытаны.

X-1070 ИСПЫТАНИЯ

X-1071 Место испытания

Компонент, подлежащий испытаниям, должен, по возможности, быть изолирован от другого оборудования или конструкций, которые могут создавать внешние шумы или шумы системы, что может заглушать течи.

X-1072 Время выдерживания

До начала испытания испытательное давление должно выдерживаться минимум в течение 15 мин. в соответствии с X-1073.

Х-1073 Расстояние сканирования

По истечении требуемого времени выдерживания согласно Х-1072, детектор нужно провести по испытываемой поверхности. Расстояние сканирования не должно превышать расстояния, используемого для определения максимальной скорости сканирования в соответствии с Х-1063.

Х-1074 Скорость сканирования

Максимальная скорость сканирования должна соответствовать требованиям Х-1063.

Х-1075 Определение утечки

Утечку обнаруживают и определяют в соответствии с требованиями Х-1031.

Х-1080 ОЦЕНКА

Х-1081 Утечка

Если не указано иное в соответствующем разделе Норм и Правил, испытываемый участок считается принятым, если не выявлены утечки, превышающей допустимую скорость 1×10^{-1} $см^3/с$ н.у. (1×10^{-2} Па $м^3/с$).

Х-1082 Ремонт/Повторные испытания

Если выявлена недопустимая течь, необходимо отметить место течи (течей). Затем следует снизить давление в компоненте и устранить утечку в соответствии с разделом Норм и Правил. После устранения утечки следует повторно испытать участок или участки, подлежащие ремонту, в соответствии с требованиями данного Приложения.

Х-1090 УДАЛЕНО 07

СТАТЬЯ 10
необязательное ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А обозначения в формулах дополнительных испытаний на утечкУ

А-10 ПРИМЕНИМОСТЬ ФОРМУЛ

(a) Формулы в данной Статье приводятся для расчета скорости (скоростей) утечки для используемого способа.

(b) Обозначения, обозначенные ниже, используются в формулах соответствующего Приложения.

(1) Расчет чувствительности системы:

S_1 = предварительная чувствительность (расчет чувствительности), см^3/с/дел н.у. (Па м^3/с/дел)

S_2 — конечная чувствительность (расчет чувствительности), см^3/с/ дел н.у. (Па м^3/с дел)

(2) Расчет измеренной скорости утечки из системы:

Q = измеренная скорость утечки системы (исправленная для концентрации пробного газа), см^3/с н.у. (Па м^3/с)

(3) Коэффициенты корректировки системы:

PSCF = Коэффициент предварительной корректировки системы

FSCF — Коэффициент окончательной корректировки системы

(4) Концентрация пробного газа:

%TG = концентрация пробного газа, %

(5) Калиброванная течь:

CL —скорость утечки калиброванной течи, см^3/с н.у. (Па м^3/с)

(6) Последовательность показаний прибора контроля:

M_1 = показания измерительного прибора до испытаний с помощью калиброванной течи, открытой в компонент [делений, или станд.см^3/с (Па м^3/с)]

M_2 = показания измерительного прибора до испытаний с помощью калиброванной течи, закрытой в компонент [деления шкалы или см^3/с н.у. (Па м^3/с)] (показатели фонового шума системы)

M_3 = показания измерительного устройства (регистрирующие утечку компонента) с закрытой калиброванной течью [деления шкалы или см^3/с (Па м^3/с)]

M_4 = показания измерительного устройства (регистрирующие утечку компонента) с открытой течью [деления шкалы или см^3/с (Па м^3/с)]

СТАТЬЯ 11
ДЕФЕКТОСКОПИЯ СОСУДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПЛАСТИКА, АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНОМ, МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Т-1110 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

(a) Данная статья включает в себя или содержит ссылки на требования, которые необходимо использовать при дефектоскопии методом акустической эмиссии (АЭ) новых и находящихся в эксплуатации сосудов из пластика, армированного волокном (ПАВ), работающих под давлением, в вакууме и при другой приложенной нагрузке.

(b) Давление, используемое при испытании не должно превышать 1,5 значений максимально допустимого рабочего давления (MAWP). Проверка герметичности может быть проведена при полном расчетном вакууме. Данные значения зависят от величин давления, указанных в специальных методиках Раздела X, Части T Правил проведения испытаний, Норм и правил ASME по котлам и сосудам под давлением.

(c) Данная статья применима только к сосудам с содержанием армирующего материала (стекла или другого материала), превышающим 15% по массе.

Т-1120 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

(a) В случае, если данная статья указана в соответствующем разделе Норм и правил, описанный здесь, метод следует использовать с учетом Статьи 1 «Общие требования». Определения для терминов, используемых в данной статье, содержатся в Обязательном приложении III к данной статье.

(b) Несплошности, выявляемые с помощью АЭ, необходимо оценить с помощью других методов дефектоскопии, например, визуального, ультразвукового, капиллярного и т.д., и, после устранения, провести повторный контроль с помощью соответствующего метода.

Т-1121 Подготовка сосудов

Для цистерн и сосудов высокого давления, к которым ранее было приложено напряжение или нагрузка, используемое рабочее давление и / или нагрузку перед испытаниями следует снизить согласно Таблице Т-1121. Чтобы правильно провести контроль методом АЭ, максимальное рабочее давление (нагрузка) за последний год должно быть известно и зарегистрировано.

Таблица Т-1121 используется следующим образом. Уменьшенное давление делим на максимальное рабочее давление, и выражаем в процентах. Это значение находим в первой колонке и в соответствующем ряду второй колонки находим время, в течение которого уменьшенное давление нужно применять перед проведением контроля методом АЭ. Если процентное отношение находится между двумя значениям из первой колонки, следует брать большее время.

ТАБЛИЦА Т-1121
ТРЕБОВАНИЯ К СНИЖЕНИЮ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО ПЕРЕД ДЕФЕКТОСКОПИЕЙ

Процент от максимального рабочего давления и/или нагрузки	Время применения сниженного давления и/или нагрузки
10 или меньше	12 ч
20	18 ч
30	30 ч
40	2 дня
50	4 дня
60	7 дней

ПРИМЕР: Для находящегося в эксплуатации сосуда до проведения дефектоскопия должны быть известны два параметра:
(1) Максимальное рабочее давление/нагрузка за последний год
(2) испытательное давление

Т-1122 Нагружение сосудов

Подготовьте все необходимое для нагружения сосуда до расчетного давления / нагрузки. Интенсивность нагружения должна быть достаточной для ускорения испытаний с минимальным внешним шумом. Важно выдерживать постоянный уровень давления при контроле методом акустической эмиссии. Необходимо принять соответствующие меры, чтобы сохранять значения давления/нагрузки на указанных уровнях.

(a) Сосуды низкого давления. В качестве рабочей среды для сосудов низкого давления предпочтительна технологическая жидкость. Если вместо нее необходимо использовать воду, разработчик и пользователь должны договориться о методике для обеспечения приемлемых уровней напряжений.

(b) Нагружение вакуумных сосудов. Для вакуумных камер требуется управляемый вакуумный насос.

Т-1123 Крепление сосудов

Все сосуды следует исследовать в их рабочем положении, закрепленные сообразно с инженерной практикой. Сосуды с плоским дном, исследуемые в положении, отличном от предполагаемого, на время испытаний следует разместить на звукоизолирующей подушке на бетонном основании, или на эквивалентном основании.

Т-1124 Внешние условия

Минимальная допустимая температура стенок сосуда во время испытаний равна 40°F (5°C). Критерии оценки базируются на температуре выше 40°F (5°C). Для сосудов, рассчитанных на работу при температурах выше 120°F (50°C), температура испытательной жидкости должна быть в пределах ±10°F (5°C) от расчетной рабочей температуры. [По выбору владельца для компенсации влияния повышенной температуры (120°F) (50°C) испытательное давление может быть повышено.] Для того, чтобы температуры стенок сосуда и испытательной жидкости могли выровняться, необходимо выждать достаточное время перед началом испытаний.

Т-1125 Подавление шумов

Источники шума, дающие шумы в диапазоне испытательных частот и амплитуд, такие как дождь, разбрызгиватели, и посторонние объекты, прикасающиеся к сосуду, должны быть сведены к минимуму, так как они могут перекрыть акустический сигнал, излучаемый поверхностью. Заливочное отверстие должно быть расположено как можно ниже или как можно ближе к дну сосуда, то есть ниже уровня жидкости.

Т-1126 Настройка измерительного оборудования

Настройка измерительного оборудования производится согласно Приложению II данной Статьи.

Т-1127 Датчики

(a) Установка датчика. Положение и размещение датчиков описаны в Т-1141(c). Датчики размещаются в обозначенных местах, на контактную смазку, обеспечивающую акустический контакт между датчиком и испытываемым образцом, согласно методике испытаний. Убедитесь, что выбрано подходящее вещество. Датчики закрепляются с помощью методов, не создающих внешних помех, как указано в методике испытаний. Соответствующие клеящие системы должны обеспечивать эффективные склеивание и акустический контакт. Способ закрепления должен обеспечивать доступ для кабеля передачи сигнала (и предусилителя), так, чтобы не допустить давления на датчик или потерю акустического контакта.

(b) Поверхностный контакт. Датчики закрепляются непосредственно на поверхности сосуда, можно также использовать интегральный волновод. (Возможные потери сигнала могут быть вызваны защитным покрытием, таким как краска или герметик, а также кривизной поверхности конструкции и шероховатостью поверхности контакта.)

(c) Высокочастотные и низкочастотные каналы. Измерительный канал АЭ представляет собой конкретную комбинацию из датчика, предусилителя, фильтра, усилителя и кабелей. Могут использоваться как высокочастотные, так и низкочастотные каналы. Высокочастотные каналы используются для обнаружения и оценки источников АЭ. Низкочастотные каналы используются для оценки зоны охвата высокочастотных датчиков.

(d) Высокочастотные датчики. (См. Приложение 1-1111.) Несколько высокочастотных каналов используются для зонного обнаружения источников эмиссии (благодаря большему коэффициенту затухания при высоких частотах).

(e) Низкочастотные датчики. (См. Приложение 1-1112.) Используются, по крайней мере, два низкочастотных канала. Если значительная активность обнаружена на низкочастотных каналах, и не наблюдается на высокочастотных каналах, то оператор должен оценить положение высокочастотного датчика.

Т-1128 Технические требования методики

Дефектоскопия методом акустической эмиссии проводится согласно письменной процедуре. Каждая процедура должна включать, как минимум, следующую информацию:

(a) материал и конструкцию исследуемого объекта, включая размеры и форму изделия
(b) метод задания локаций датчика
(c) локации датчика
(d) контактная смазка
(e) способ прикрепления датчиков
(f) тип датчика, частоту и положение датчика
(g) тип аппарата акустической эмиссии и частоту
(h) описание калибровки системы
(i) записываемые данные и метод записи
(j) требования к отчету
(k) очистку после дефектоскопии
(l) квалификацию оператора(ов)

Т-1130 ОБОРУДОВАНИЕ И ПИТАНИЕ

(a) Система АЭ состоит из датчиков, блока обработки сигнала, дисплея и записывающего оборудования. (См. Приложение I.)

(b) Система должна быть способна записывать счет АЭ и каждое событие АЭ выше порогового значения в частотном диапазоне от 25 кГц до 300 кГц и должна иметь достаточное количество каналов для локализации источников АЭ. Она может включать (в качестве опции) определение максимальной амплитуды.

ПРИМЕЧАНИЕ: Регистрация события АЭ должна производиться для каждого канала.

Для определения характеристики дефекта рекомендуется использовать амплитудное распределение. Система АЭ далее описана в Приложении I.

(c) Должна быть обеспечена и зафиксирована возможность измерения времени и давления. Повышенное и/или пониженное давление (в сосуде) должны непрерывно отслеживаться с погрешностью ±2% от максимального испытательного давления.

Т-1140 Эксплуатационные характеристики

Т-1141 Сосуды

(a) Оборудование. (См. Т-1130 и Обязательное Приложение I.)

(b) Калибровка системы. (См. Обязательное Приложение II.)

(1) Характеристика затухания. Типичные потери при распространении сигнала определяются согласно одной из следующих методик. Данные методики обеспечивают определение относительных показателей затухания. Максимальная амплитуда при сломе грифеля карандаша может различаться в зависимости от твердости поверхности, состояния смолы, ориентации волокон и степени отверждения.

(2) Использование измерительной аппаратуры с амплитудным анализом:

Выберите представительную часть на сосуде вдали от люков, горловин и т.д. Закрепите высокочастотный датчик и отметьте точки на расстоянии 6 дюймов (150 мм) и 12 дюймов (300 мм) от центра датчика вдоль линии, параллельной направлению расположения волокон (если возможно). Выберите две дополнительные точки на расстоянии 6 дюймов (150 мм) и 12 дюймов (300 мм) вдоль линии, расположенной под углом 45 градусов к линии расположения первых точек. В каждой из четырех точек сломайте грифель с толщиной 0,3 мм и твердостью 2H и запишите максимальную амплитуду. Ломайте грифель под углом приблизительно 30 градусов к исследуемой поверхности, выдвигая грифель на 0,1 дюйма (2,5 мм). Зарегистрированные значения амплитуд при успешном испытании следует включить в отчет.

(3) Для систем без амплитудного анализа: Выберите участок на сосуде вдали от люков, горловин и т.д. Закрепите высокочастотный датчик и сломайте грифель толщины 0,3 мм вдоль линии, параллельной направлению расположения волокон. Запишите расстояние от центра датчика, при котором зарегистрированная амплитуда равна эталонной амплитуде, и порог обнаружения акустической эмиссии (см. Приложение II). Повторите процедуру вдоль линии, расположенной под углом 45 градусов к направлению первой линии. Данные о расстояниях должны быть включены в отчет.

(c) Локации и расстояние между датчиками. Местоположение датчиков определяется необходимостью обнаружения структурных дефектов в критических частях конструкции, таких как области высокого давления, геометрические неоднородности, горловины, люки, отремонтированные участки, опорные кольца, видимые дефекты. Расстояние между высокочастотными датчиками зависит от коэффициента затухания материала ПАВ. Рекомендации по расположению датчиков для самых распространенных типов цистерн приведены в Необязательном Приложении A.

(1) Расстояние между датчиками. Расстояние между высокочастотными датчиками на поверхности сосуда не должно более чем в 3 раза превышать расстояние, при котором зарегистрированная амплитуда характеристики затухания равна порогу чувствительности (см. Приложение II). Низкочастотные датчики размещаются на участках с низкими напряжениями как можно дальше друг от друга.

(d) Проверка характеристик системы

(1) Проверка соединения датчиков и отсутствия обрывов цепи. Проверка проводится после установки датчиков и сборки системы, и сразу после выполнения дефектоскопия. Данные о проверке включаются в отчет.

(2) Отклик по максимальной амплитуде. Отклик по максимальной амплитуде каждой пары датчик-предусилитель на повторяющийся моделированный источник акустической эмиссии должен быть определен и зарегистрирован во время установки датчиков. Максимальная амплитуда сигнала, смоделированного на расстоянии больше 3 дюймов (75 мм) от каждого датчика, не должна отличаться более чем на 6 дБ от средней для всех датчиков.

(3) В конечный отчет включаются результаты проверки после испытаний, проведенной согласно Т-1141 (d)(2).

Т-1142 Порядок проведения испытаний

(a) Общие рекомендации. Повышайте уровень давления в сосуде до заданного максимума, отслеживая с помощью датчиков акустическую эмиссию, вызванную растущими структурными нарушениями.

Скорость заполнения сосуда и нагнетания давления следует контролировать, чтобы не превысить скорость деформации, определенную в соответствующем справочном разделе.

Желаемого уровня давления достигают с помощью жидкости. Нагнетание давления с помощью газа (воздуха, N_2 и т.д.) не допускается. Для отслеживания уровня давления используйте подходящий манометр или другой соответствующий прибор. Вакуум создается с помощью подходящего отсасывающего устройства.

Для предотвращения возможного повреждения сосуда необходимо обеспечить наличие быстродействующего выпускного клапана.

(b) Фоновый шум. Фоновый шум должен быть отслежен, минимизирован и зарегистрирован.

(1) Фоновый шум во время проверки системы до начала нагнетания давления. Для определения уровня паразитных сигналов после завершения проверки характеристик системы и до нагнетания давления необходим контроль АЭ сосуда. Рекомендуемая длительность контроля равна 10-30 мин. Если фоновый шум слишком сильный, постарайтесь устранить его источник или прекратите испытания.

(2) Фоновый шум во время испытаний. Во время анализа результатов испытаний вычисляется влияние фонового шума на полученные результаты. Источниками фонового шума могут быть всплески жидкости в сосуде; слишком большая скорость заполнения сосуда; насосы, моторы, мешалки и другие механические устройства; электромагнитные помехи; окружающая среда (дождь, ветер и т.д.).

(c) Нагружение сосудов

(1) Нагружение сосудов низкого давления. Последовательность нагружения новых сосудов низкого давления и вакуумных сосудов показана на рис. Т-1142(c)(1)(a) и (b). Схема тестирования данного класса сосудов приведена на рис. Т-l 142(c)(1)(c).

(2) Нагружение сосудов высокого давления. Сосуды высокого давления, которые работают под приложенным давлением более чем на 15 фунтов /кв. дюйм (100 кПа) превышающим атмосферное, нагружаются согласно рис. T-l 142(c)(2)(a). Схема испытаний данного класса сосудов приведена на рис. T-l 142(c)(2)(b).

(3) Для всех типов сосудов последнее значение давления необходимо выдерживать 30 мин, постоянно контролируя состояние сосуда.

(d) Интенсивность АЭ. Если во время испытаний зафиксирована значительная интенсивность АЭ [см. T-l 183(b)] на низкочастотных каналах, не наблюдающаяся на высокочастотных каналах, возможно, следует изменить положение высокочастотных каналов.

(e) Прекращение испытаний. Следите, чтобы зависимость между количеством АЭ и давлением в сосуде оставалась линейной. Если скорость счета АЭ быстро возрастает с повышением давления, следует разгрузить сосуд и прекратить испытания. [Быстрый (экспоненциальный) рост скорости счета АЭ означает неконтролируемое развивающееся разрушение и является признаком неминуемого отказа]

T-1160 КАЛИБРОВКА (См. Обязательное Приложение II)

T-1180 ОЦЕНКА

T-1181 Критерии оценки

Критерии для акустической эмиссии, приведенные в Таблице T-1181, являются основанием для оценки серьезности структурных дефектов в сосудах из ПАВ. Данные критерии основаны только на информации от высокочастотных датчиков. Низкочастотные датчики используются для мониторинга всего сосуда.

T-1182 Эмиссия во время выдерживания давления $Э_в$

Критерий, основанный на эмиссии во время выдерживания давления, является наиболее значимым. Непрерывная эмиссия является признаком продолжающегося повреждения. Фоновый шум вследствие заполнения сосуда и от других источников во время выдерживания давления будет на минимальном уровне.

T-1183 Определение коэффициента Фелисити

Коэффициент Фелисити вычисляется непосредственно из отношения давления в начале эмиссии к максимальному предшествующему давлению. Коэффициент Фелисити не вычисляется во время первого нагружения сосудов высокого, низкого давления и вакуумных сосудов.

(a) В течение первого нагружения сосудов из ПАВ коэффициент Фелисити вычисляется во время циклов нагружения/разгружения. В течение последующих нагружений коэффициент Фелисити вычисляется из отношения давления при начале эмиссии к максимальному предшествующему давлению. Вспомогательный коэффициент Фелисити вычисляется во время циклов нагружения/разгружения.

(b) Критерий, основанный на коэффициенте Фелисити, является значимым для сосудов, находящихся в эксплуатации. Данный критерий обеспечивает оценку серьезности ранее полученных повреждений. Начало «значительной» эмиссии используется для вычисления коэффициента Фелисити следующим образом:

(1) более 5 хитов эмиссии во время 10% увеличения давления;

(2) более N_c/25 счетов эмиссии во время 10% увеличения нагрузки, где N_c – критерий счета, определенный в Приложении II-1140;

(3) эмиссия продолжается при выдерживании давления. В процедуру может быть вставлен короткий (1 мин или менее) незапланированный период выдержки давления.

T-1184 Критерий, основанный на событии с высокой амплитудой

Критерий, основанный на событии с высокой амплитудой, часто связывают с разрывом волокон. Данный критерий является признаком значительных структурных повреждений в новых сосудах. Для сосудов, находящихся в эксплуатации, и ранее нагруженных сосудов, значимым является эмиссия во время выдержки давления и коэффициент Фелисити.

T-1185 Критерий, основанный на общем счете эмиссии

Критерий, основанный на общем счете эмиссии, является значительным для сосудов высокого/низкого давления и вакуумных сосудов. Сосуды высокого давления, особенно во время первого нагружения, обычно характеризуются большим уровнем шума.

Превышение счета эмиссии согласно Таблице T-1181 является значительным для всех типов сосудов и должно служить предупреждением о неминуемом отказе.

T-1190 ДОКУМЕНТАЦИЯ

T-1191 Отчет

Отчет должен включать:

(a) полное описание сосуда, включая тип материала, источник, способ изготовления, имя и кодовый номер изготовителя, историю предыдущей эксплуатации, эксплуатационные характеристики затухания до начала дефектоскопии из Таблицы T-1121

(b) эскиз сосуда или чертеж изготовителя с указанием размеров и местоположения датчиков

(c) используемая испытательная жидкость

(d) температура испытательной жидкости

(e) порядок проведения испытаний — скорость нагружения, время выдерживания и уровень давления

(f) сопоставление данных испытания с критериями приемки

(g) эскиз или чертеж изготовителя с указанием локаций, не удовлетворяющих критериям оценки

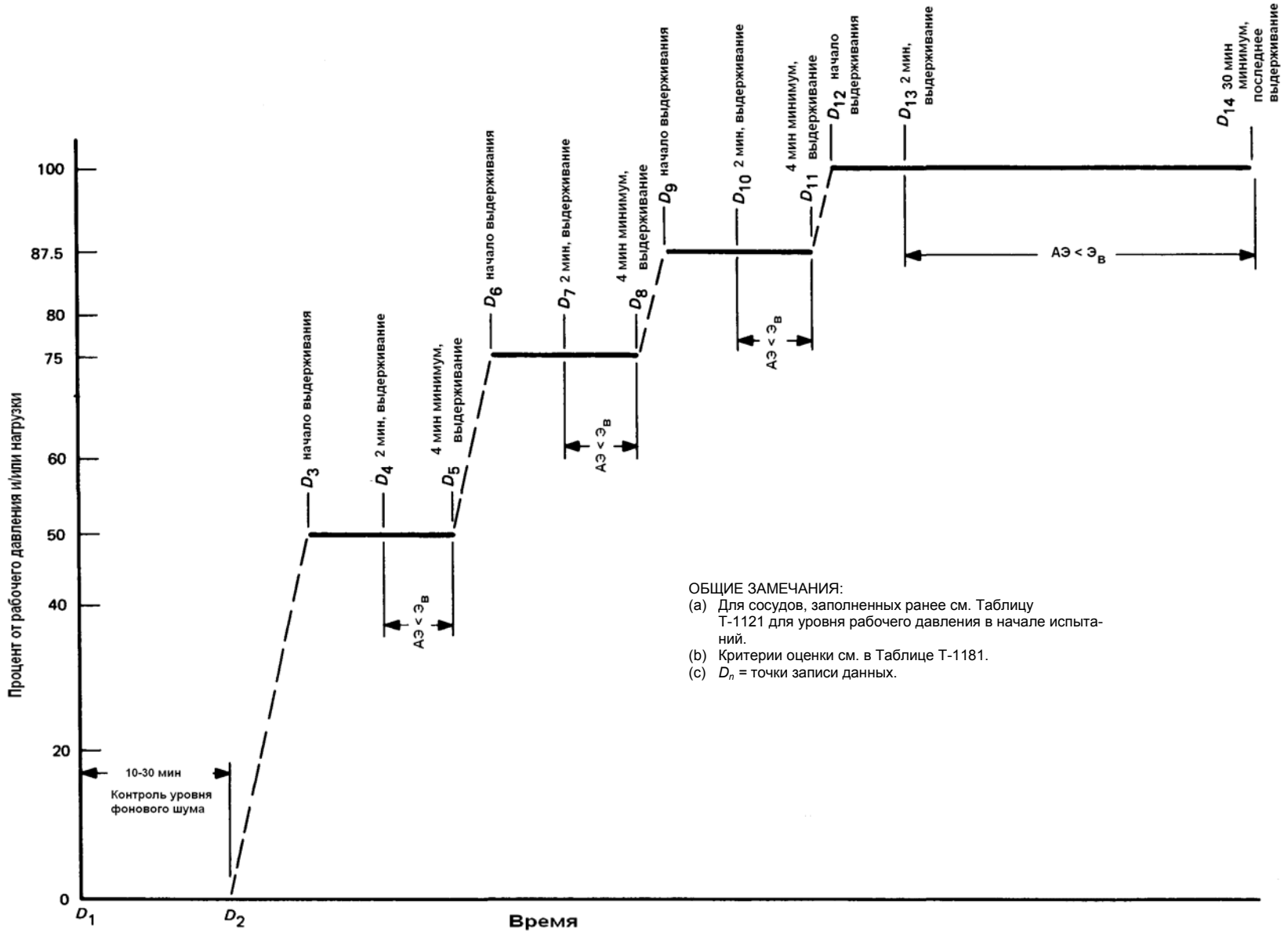
(h) все необычные воздействия или явления, имевшие место во время или до начала испытаний

(i) дата (даты) испытаний

(j) имя (имена) и квалификация оператора (ов)

(k) полное описание оборудования АЭ, включая имя изготовителя, номер модели, тип датчиков, коэффициент усиления системы и т.д.

РИС. Т-1142(С)(1)(А) ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАГРУЖЕНИЯ СОСУДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ



ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:
(a) Для сосудов, заполненных ранее см. Таблицу Т-1121 для уровня рабочего давления в начале испытаний.
(b) Критерии оценки см. в Таблице Т-1181.
(c) D_n = точки записи данных.

РИС. Т-1142(С)(1)(В) ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАГРУЖЕНИЯ ВАКУУМНЫХ СОСУДОВ

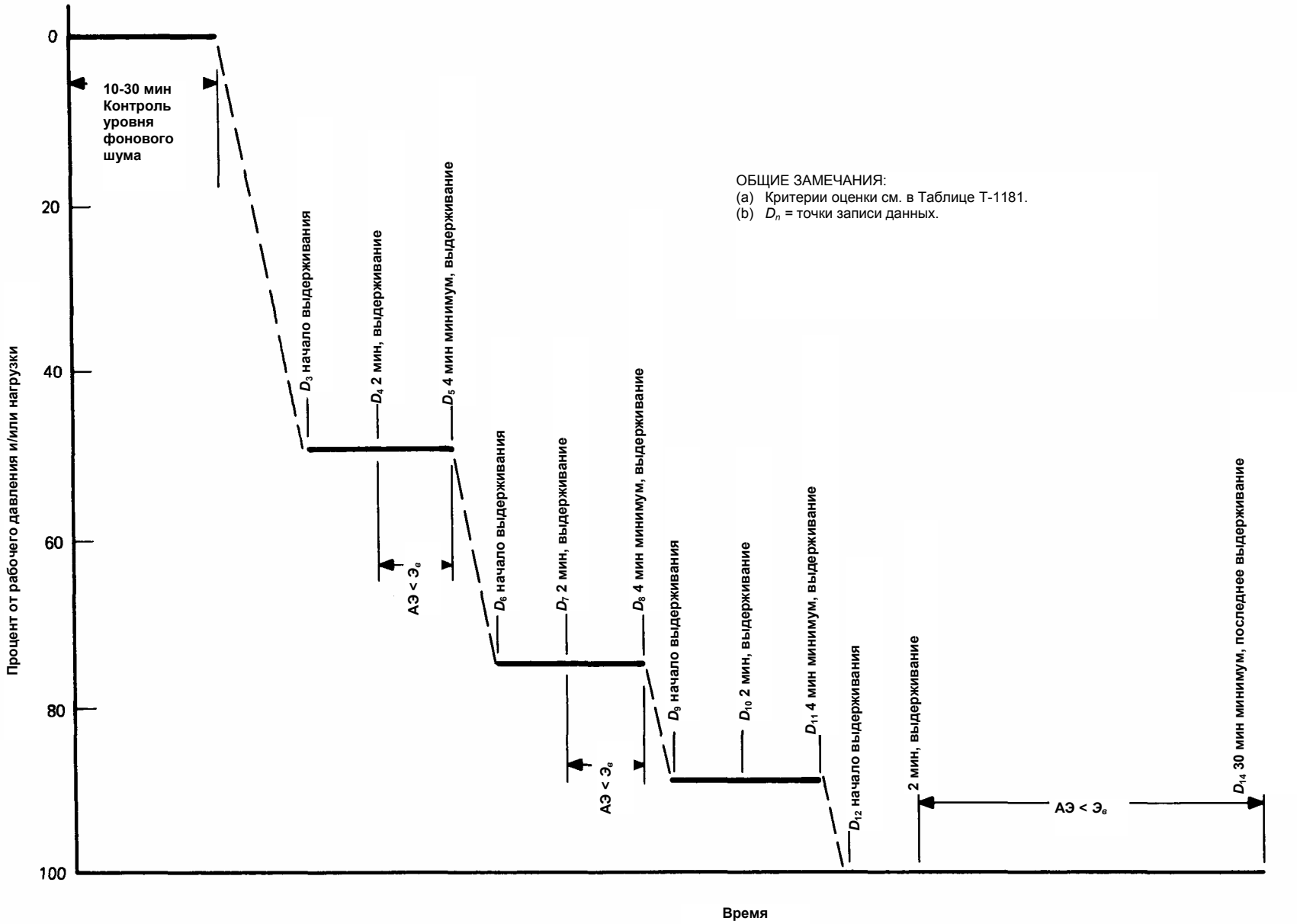


РИС. Т-1142(С)(L)(С) АЛГОРИТМ ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СОСУДОВ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

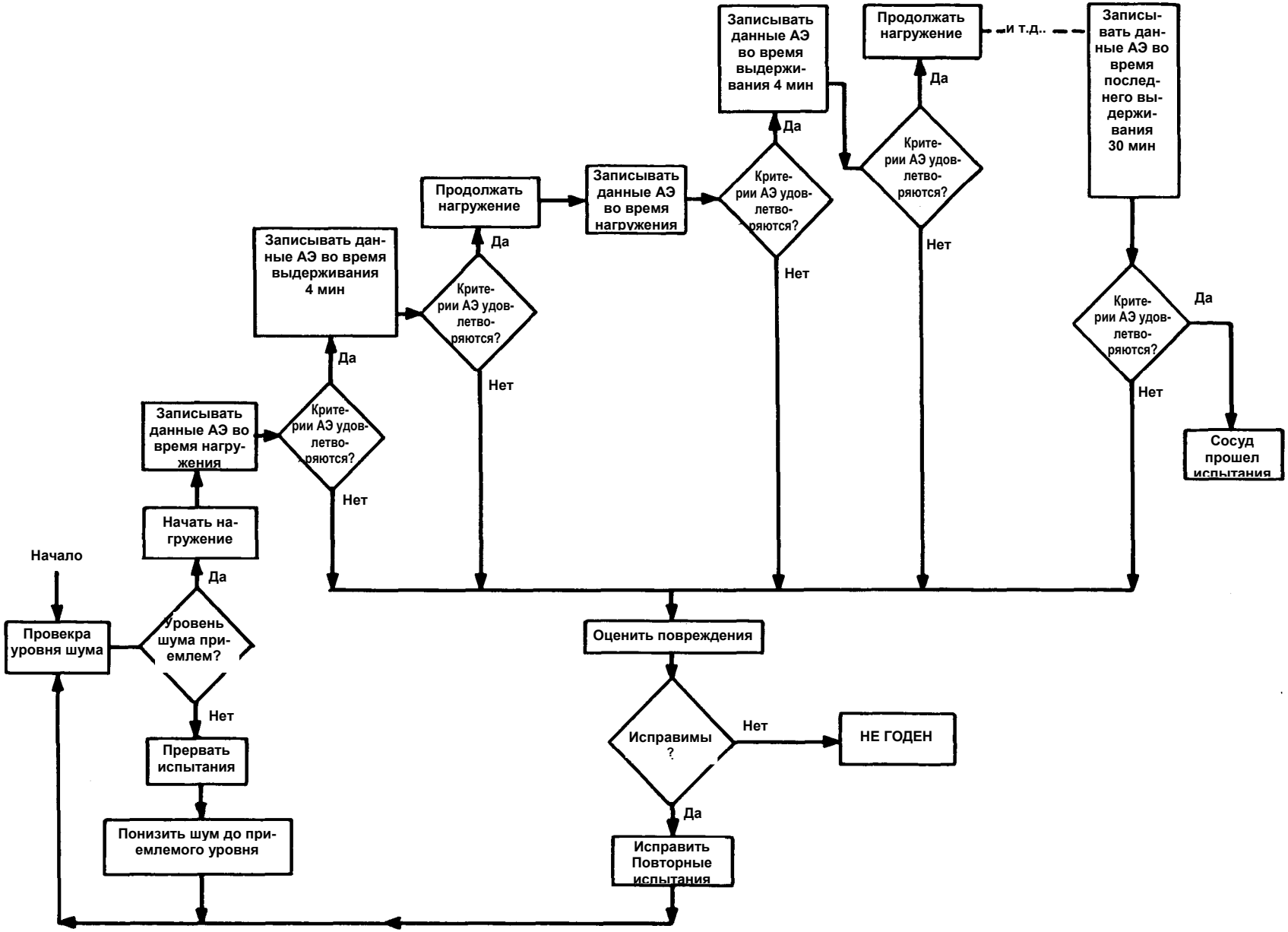
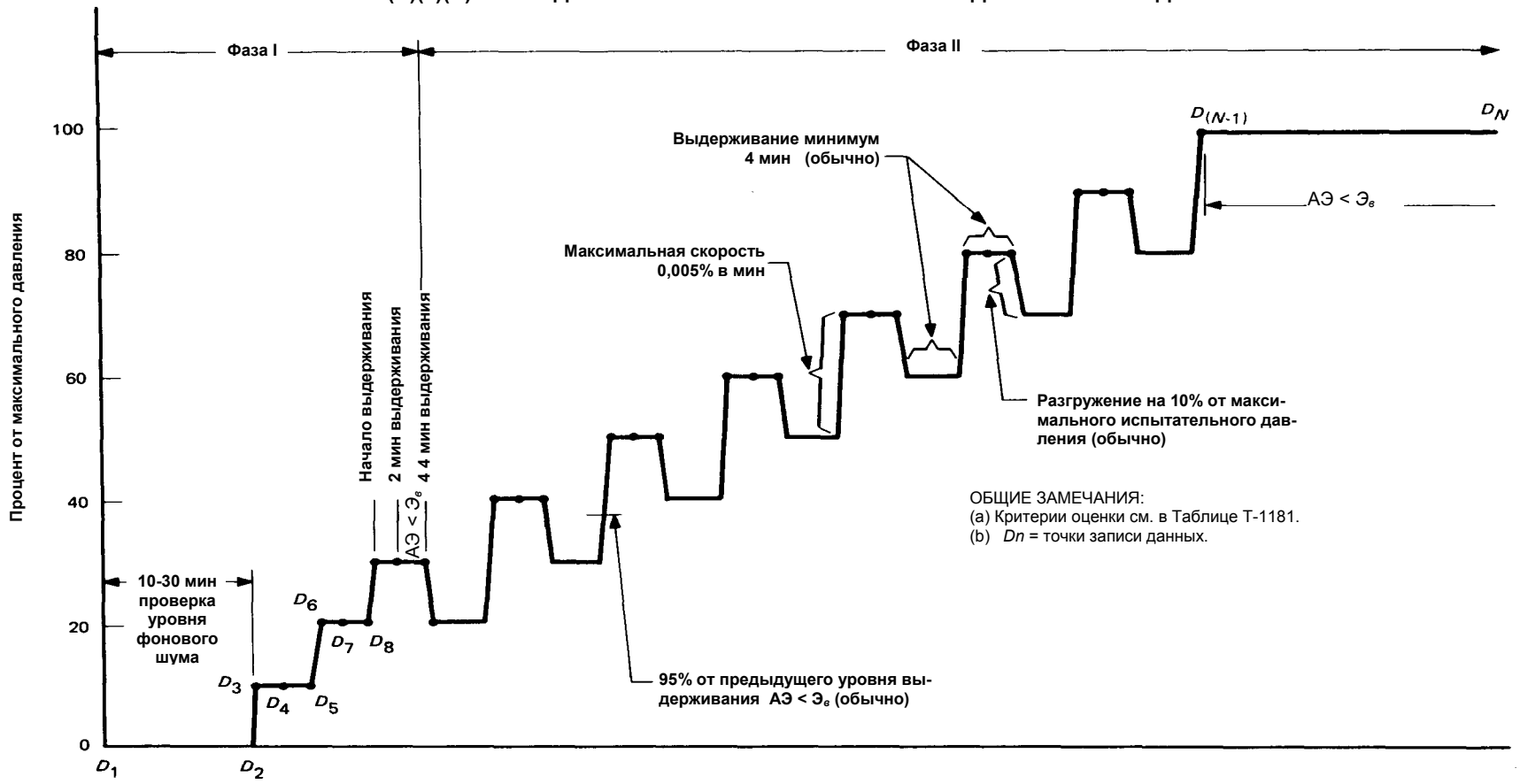


РИС. Т-1142(С)(2)(А) ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАГРУЖЕНИЯ СОСУДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ



ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:
(a) Критерии оценки см. в Таблице Т-1181.
(b) *Dn* = точки записи данных.

РИС. Т-1142(С)(2)(В) АЛГОРИТМ ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ СОСУДОВ ПОВЫШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

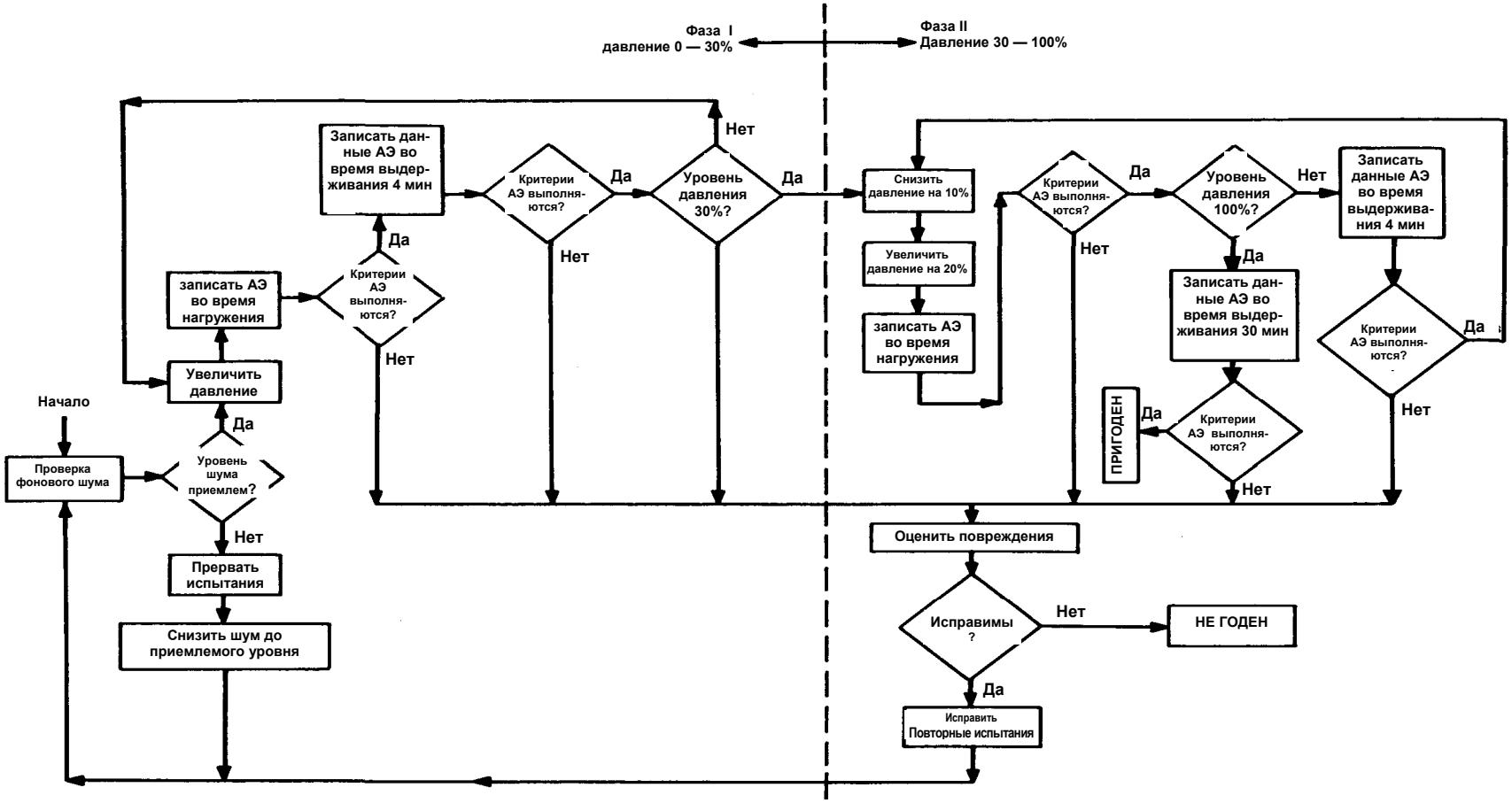


ТАБЛИЦА Т-1181
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ
Атмосферное (поверхность жидкости) и дополнительно приложенное давление

	Первое нагружение	Последующее нагружение	...
Эмиссий во время выдерживания	меньше $Э_в$ за время $T_в$, амплитуда не больше $A_м$	меньше $Э_в$ за время $T_в$	Мера продолжающегося неисправимого повреждения (см. примечание 2)
Коэффициент Фелисити	больше коэффициента Фелисити F_A	больше коэффициента Фелисити F_A	Мера серьезности ранее полученных повреждений
Общее число (см. примечание 3)	не избыточно (см. примечание 4)	меньше общего количества N_c	Мера общего повреждения во время цикла нагружения
N_c (см. примечание 5)	длительность эмиссий не больше M	длительность эмиссий не больше M	Мера расслоения, нарушения адгезионной связи и увеличения крупных трещин
Число событий с превышением эталонного амплитудного порога	меньше $Э_A$	меньше $Э_A$	Мера микроструктурных повреждений с высокой энергией. Этот критерий часто связывают с разрывом волокон

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

(a) $A_м$, $Э_A$, $Э_в$, F_A, N_c, и M – величины критериев оценки, определенные в соответствующем разделе Норм и правил; $T_в$ – заданное время выдерживания.

(b) Превышение температуры.

ПРИМЕЧАНИЯ:

(1) Для определения $A_м$ см. Приложение 11-1140.

(2) Неисправимые повреждения могут включать: микротрещины, разрушение связей между слоями и растяжение волокон.

(3) Зависит от изготовителя оборудования; см. Примечание II для функционального определения N_c. Заметьте, что критерий счета N_c может различаться при первом и последующих заполнениях.

(4) Избыточный счет определяется как значительное увеличение скорости эмиссий при увеличении нагружения. На графике зависимости счета эмиссии от давления избыточный счет наблюдается как отклонение от прямой.

(5) Если используется, зависит от изготовителя оборудования; см. Приложение 11-1150 для функционального определения.

Т-1192 Внесение данных в протокол

(a) Запись данных АЭ должна включать:

(1) График зависимости событий АЭ с превышением порога от времени для областей, представляющих интерес

(2) общий счет и время, и т.д.

(3) потери сигнала при распространении

(b) Данные по АЭ должны выть внесены в протокол по сосуду.

СТАТЬЯ 11
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I — ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ

I-1110 ДАТЧИКИ АЭ

Датчики АЭ должны быть устойчивы к температурам в пределах 40°F-200°F (5°C-95°C), и в пределах данного диапазона их чувствительность не должна меняться более чем на 3 дБ. Датчики должны быть защищены от радиочастотных помех и от электромагнитного шума с помощью соответствующего экрана и/или с помощью дифференциальной схемы (схемы антисовпадения). Датчики должны иметь амплитудно-частотную характеристику с отклонениями, не превышающими 4 дБ от максимального отклика.

I-1111 ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ДАТЧИКИ

Высокочастотные датчики должны иметь резонансный отклик в диапазоне 100-200 кГц. Минимальная чувствительность должна равняться -80 дБ относительно 1 вольт/мкбар, определенная с помощью прямой ультразвуковой калибровки. Максимальная чувствительность датчиков АЭ, используемых в одном и том же дефектоскопии, не должна отличаться от средней более чем на 3 дБ.

I-1112 НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ДАТЧИКИ

Низкочастотные датчики должны иметь резонансный отклик в диапазоне 25-75 кГц. Минимальная чувствительность должна быть сравнима (или превышать) с доступными для приобретения высокочувствительными акселерометрами с резонансным откликом в этом же диапазоне. В процессе эксплуатации данные датчики могут быть обернуты или покрыты звукопоглощающим материалом для снижения помех от воздушного шума, если это разрешено в методике, используемой при дефектоскопии.

I-1120 СИГНАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ

Сигнальный кабель от датчика к предусилителю не должен превышать 6 футов (1,8 м) в длину и должен быть экранирован от электромагнитных помех. Данное требование несущественно, если предусилитель устанавливается в корпусе датчика, или если используется датчик со строчным импульсом (приведенного импеданса).

I-1130 КОНТАКТНАЯ СМАЗКА

Можно использовать имеющиеся в продаже вещества для ультразвуковой дефектоскопии дефектов, собранных над вторым порогом (можно также использовать быстро схватывающиеся адгезивы, если их чувствительность не ниже чем чувствительность жидких связующих веществ). Связующее вещество следует выбирать таким образом, чтобы минимизировать изменения в чувствительности во время испытаний. Также следует учесть длительность испытаний и температуру поверхности сосуда. Связующее вещество и способ нанесения указаны в письменной методике.

I-1140 ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ

Использующийся предусилитель должен быть установлен в непосредственной близости от датчика или в корпусе датчика. Если предусилитель дифференциального исполнения, должно быть обеспечено подавление синфазных помех на уровне минимум 40 дБ. Нефильтрованная амплитудно-частотная характеристика не должна изменяться более чем на 3 дБ в частотном диапазоне 25-300 кГц при температуре в диапазоне 40°F-125°F (5°C-50°C). Для датчиков с интегральным предусилителем амплитудно-частотная характеристика должна быть ограничена диапазоном рабочих частот датчика.

I-1150 ФИЛЬТРЫ

Можно использовать полосовые фильтры или фильтры высоких частот. Фильтры должны обеспечивать коэффициент затухания минимум -24дБ на октаву. Фильтры могут быть включены в контур предусилителя или после предусилителя, или могут быть встроены в датчик, предусилитель или процессор для ограничения частотной характеристики. Расчетные характеристики фильтров и/или интегральные характеристики должны обеспечивать главную рабочую частоту для высокочастотных датчиков не ниже 10 кГц, для низкочастотных датчиков не ниже 25 кГц.

I-1160 СИГНАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ

Кабель, питающий предусилитель и подающий усиленный сигнал к главному процессору, должен быть экранирован от электромагнитных помех. Потери сигнала должны быть менее 1 дБ на 100 футов (30 м) длины кабеля. Во избежание затухания сигнала максимальная длина кабеля должна быть не больше 500 футов (150 м). Допускается цифровая или радио передача сигнала, если это соответствует стандартной практике передачи сигнала подобным способом.

I-1161 ПИТАНИЕ

Необходимо использовать стабильный заземленный источник питания, отвечающий техническим условиям на оборудование.

I-1170 ГЛАВНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Главный усилитель, если он используется, должен обеспечивать выходной сигнал в диапазоне 25-300 кГц с отклонением не более 3 дБ и должен работать в температурном диапазоне 40°F-125°F (5°C-50°C). В письменной методике должны быть указаны порядок использования и компоненты главного усилителя.

Главный усилитель должен иметь регулируемый коэффициент усиления или регулируемый порог для выявления и подсчета событий эмиссии.

I-1180 ГЛАВНЫЙ ПРОЦЕССОР

I-1181 Общие замечания

Главный процессор (процессоры) должен иметь минимум две схемы для независимой обработки данных от высокочастотных и низкочастотных датчиков. Если используются независимые каналы, процессор должен быть способен обрабатывать данные АЭ по каждому каналу. К одному предусилителю можно подключать не более двух датчиков.

Если используется сумматор или микшер, он должен обеспечивать возможность выявления события АЭ минимум на 8 каналах (входов предусилителей).

Информация с низкочастотных датчиков используется для оценки активности эмиссии. Общий счет эмиссии определяется только с помощью высокочастотных датчиков. События эмиссии, накапливаемые выше второго порога (высокоамплитудная эмиссия) обрабатываются только по информации с высокочастотных датчиков. Порог различимости высокоамплитудного сигнала можно установить с помощью уменьшения коэффициента усиления, увеличения величины порога или вычисления максимальной амплитуды.

(a) Порог. Используемые для испытаний измерительные приборы АЭ должны быть способны регулировать порог с точностью до ±2 дБ относительно своих пределов измерения.

(b) Количество эмиссий. Используемые для испытаний измерительные приборы АЭ должны определять количество эмиссий, превышающих установленный порог, с точностью ±5%.

(c) Счет эмиссии. Используемые для испытаний измерительные приборы АЭ должны непрерывно измерять 100±1 событий эмиссии/сек, превышающих установленный порог.

(d) Максимальная амплитуда. Если используется определение максимальной амплитуды, используемые для испытаний измерительные приборы АЭ должны измерять максимальную амплитуду с точностью ±2 дБ свыше установленного порога.

(e) M. Используемые для испытаний измерительные приборы АЭ должны быть способны измерять величину *M* (если она используется).

(f) Проверка эксплуатационных характеристик. Перед началом дефектоскопия каждого сосуда необходимо провести проверку каждого канала оборудования АЭ с использованием электронного генератора сигналов и генератора волн напряжения.

(g) Генератор сигналов заданной формы. Он должен обеспечивать входной синусоидальный импульсный сигнал измеримой амплитуды, длительности и несущей частоты. Как минимум он должен быть способен поверять функционирование системы при измерении значений порога, счета эмиссий и, если используется, длительности и максимальной амплитуды в пределах 25-200 кГц.

(h) Генератор волн напряжения. Данное устройство должно передавать на датчик импульсы волн напряжения. Чувствительность оборудования АЭ должна быть в пределах 5 дБ чувствительности нового датчика той же модели.

Чувствительность канала АЭ к одиночному слому грифеля должна быть в пределах 5 дБ чувствительности канала нового датчика той же модели.

I-1182 Измерение максимальной амплитуды

Если измеряют максимальную амплитуду, необходимо провести сравнительную калибровку согласно требованиям Приложения II. Используемый динамический диапазон должен быть минимум 60 дБ с разрешением 5 дБ в частотной полосе 100-300 кГц и температурном диапазоне 40°F-125°F (5°C-50°C). Допустимая точность определения максимальной амплитуды в указанном температурном диапазоне составляет не менее 2 дБ. Величины амплитуд могут быть выражены в вольтах или дБ, но должны быть привязаны к одинаковому коэффициенту усиления системы (датчика или предусилителя).

I-1183 Запись выходного сигнала

Процессор, как минимум, должен обеспечивать возможность записи выходных данных по общему счету эмиссии для высокочастотных датчиков, событий эмиссии по каждому каналу (зонное обнаружение) и общего количества эмиссий, превышающих контрольный порог амплитуды для высокочастотных датчиков. Примерная схема приведена на рис. 1-1183.

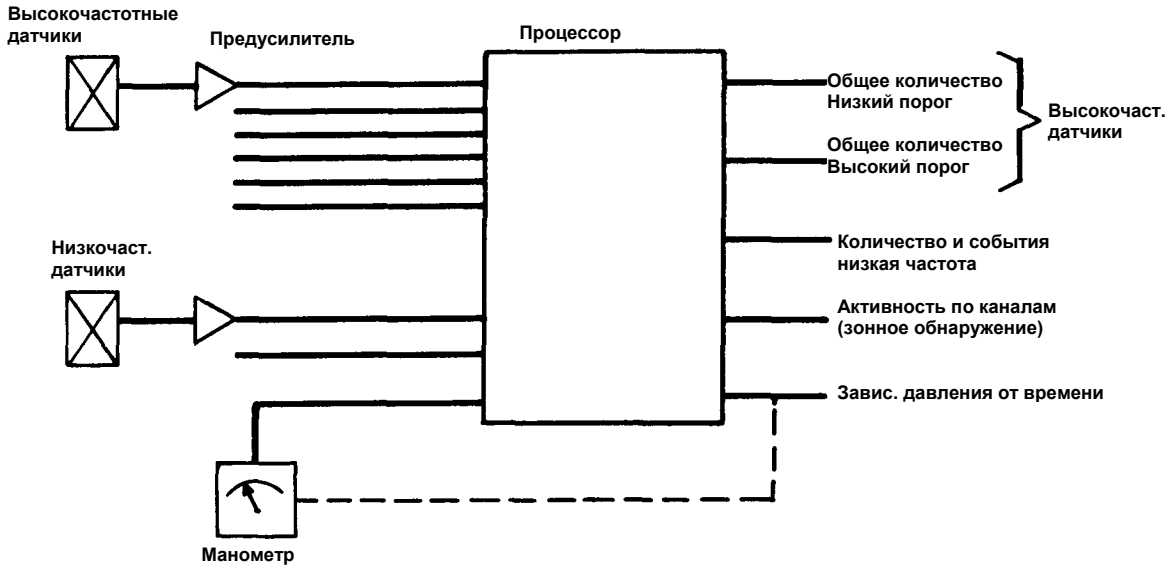
ПРИЛОЖЕНИЕ II — КАЛИБРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ

II-1110 ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Характеристики и определение порогового значения зависят от типа оборудования АЭ. Такие параметры, как счет, амплитуда, энергия эмиссии и M различаются у оборудования разных изготовителей и даже разных моделей одного изготовителя. Данное Приложение содержит описание методики определения порога обнаружения акустической эмиссии, контрольного амплитудного порога и критерия счета эмиссии N_c.

Процедуры, описанные в данном Приложении, приведены для основной калибровки оборудования при температуре 60-80°F (15-25°C). При использовании конкретного оборудования необходимо разработать методику калибровки на основе приведенных в данном Приложении указаний. В полевых условиях возможно использование электронных калибраторов и небольших по размеру образцов (акриловых или других подобных) для периодической проверки чувствительности датчиков, предусилителей и каналов.

РИС. 1-1183 ПРИМЕРНАЯ СХЕМА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ СОСУДА С МЕТОДОМ АЭ



II-1120 ПОРОГ

Порог обнаружения акустической эмиссии определяется с помощью листа 99% чистого свинца размерами 4 фута на 6 футов толщиной ½ дюйма. (1,2 м x 1,8 м x 13 мм). Лист должен быть свободно подвешен над полом. Порог обнаружения определяется как средняя измеренная амплитуда десяти эмиссий, вызванных сломом карандашного грифеля толщиной 0,3 мм и твердостью 2H на расстоянии 4 фута 3 дюйма (1,3 м) от датчика. Слом грифеля производится под углом 30 градусов к поверхности при длине грифеля 0,1 дюйма (2,5 мм). Датчик крепится на расстоянии 6 дюймов (150 мм) от короткой (1,2 м) стороны листа посередине между длинными (1,8 м) сторонами.

II-1130 КОНТРОЛЬНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ ПОРОГ

Для эмиссий с большими амплитудами контрольный амплитудный порог определяется с помощью полосы низкоуглеродистой стали размерами 10 футов на 2 дюйма толщиной ¾ дюйма (3,0 м x 50 мм x 19 мм). С каждой стороны полоса должна опираться на изолирующую подкладку из резины или другого материала. Контрольный амплитудный порог определяется как средняя амплитуда десяти эмиссий, вызванных сломом карандашного грифеля толщиной 0,3 мм и твердостью 2H на расстоянии 7 футов (2,1 м) от датчика (см. Приложение II-1120). Слом грифеля производится под углом 30 градусов к поверхности при длине грифеля 0,1 дюйм (2,5 мм). Датчик крепится на расстоянии 12 дюймов (300 мм) от конца полосы на поверхности шириной 2 дюйма (50 мм).

II-1140 КРИТЕРИЙ СЧЕТА N_c И ВЕЛИЧИНА A_M

Критерий счета эмиссии N_c определяется либо до, либо после дефектоскопии с помощью слома грифеля толщиной 0,3 мм твердости 2H на поверхности сосуда. Слом грифеля производится под углом 30 градусов к поверхности при длине грифеля 0,1 дюйм (2,5 мм). Точки калибровки выбираются таким образом, чтобы были представлены различные конструкции и толщины как выше, так и ниже уровня жидкости (если возможно), вдали от люков, клапанов и т.д.

Для каждой калибровочной точки выполняются две калибровки. Первая калибровка производится вдоль волокон поверхности, вторая – под углом 45° к направлению первой калибровки. Слом грифеля производится на таком расстоянии от калибровочной точки, чтобы величина амплитуды в децибелах A_M была посередине порога обнаружения (см. Приложение II-1120) и контрольного амплитудного порога (см. Приложение II-1130).

Критерий счета N_c должен быть основан на счете эмиссии, определенном с помощью заданного (соответствующий раздел Норм и правил) количества сломов грифеля толщиной 0,3 мм твердостью 2H в каждой из двух калибровочных точек.

При использовании критерия количества значение критерия следует брать для того участка, в котором наблюдается активность.

II-1150 ОПРЕДЕЛЕНИЕ *M*

M – мера расслоения, разрушения клеевого соединения или увеличения крупных трещин. Для измерения *M* разными изготовителями оборудования используются разные методики. Единицы измерения *M* зависят от используемого оборудования и методики. Численное значение *M* обычно определяется с помощью генерированного электронного входного сигнала, полученного от электронного генератора импульсов. Значение *M* определено в соответствующем разделе Норм и правил.

II-1160 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

После установки на сосуде максимальный отклик каждого канала не должен отличаться более чем на 6 дБ от среднего максимального отклика всех каналов на слом грифеля или на другой одиночный импульс на расстоянии 6 дюймов (150 мм) от датчика.

ПРИЛОЖЕНИЕ III — СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ СОСУДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНАМИ ПЛАСТИКА

III-1110 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Данное обязательное приложение устанавливает стандартные термины и определения терминов, относящихся к дефектоскопии сосудов из армированного волокнами пластика с помощью акустической эмиссии.

III-1120 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Стандартная терминология для неразрушающего контроля, ASTM E 1316, принята Комиссией под номером SE-1316.

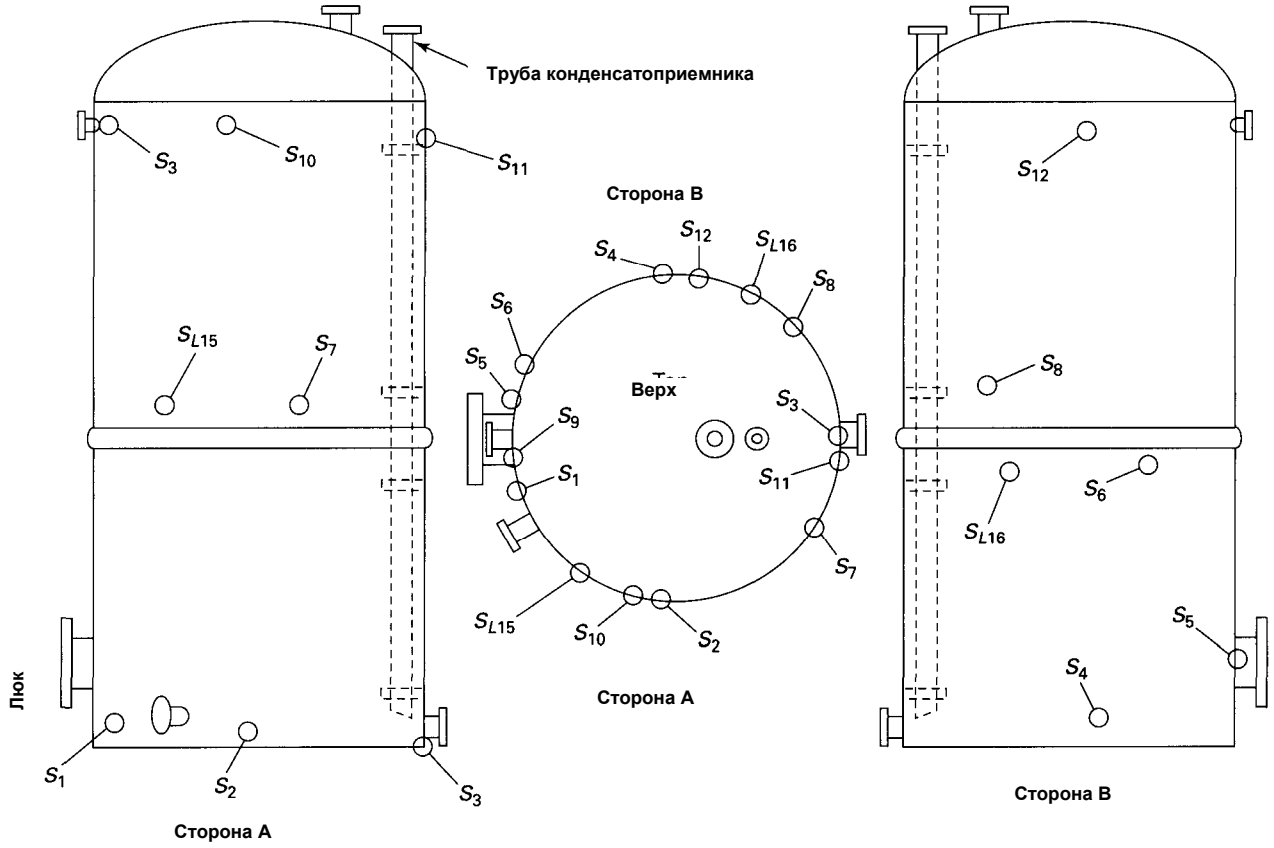
(b) SE-1316 содержит определения терминов, в том числе используемых в данной Статье.

(c) Определения основных терминов, таких как *interpretation* (анализ), *flaw* (дефект), *discontinuity* (несплошность), *evaluation* (оценка), и т.д., см. в Статье 1 Обязательного Приложения I.

СТАТЬЯ 11
НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ДАТЧИКОВ

РИС. А-1110 ТИП 1 – ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЦИСТЕРНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ



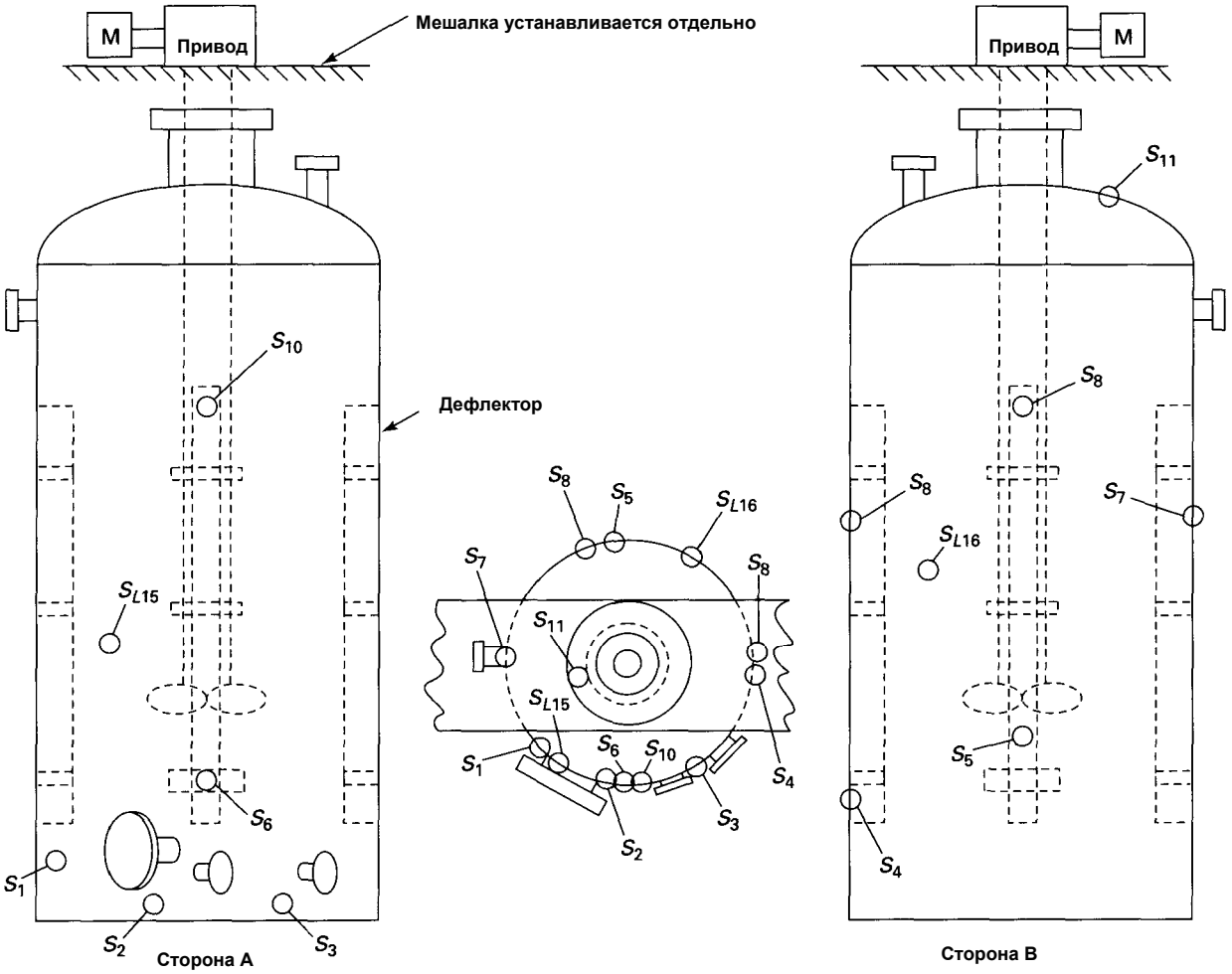
РЕКОМЕНДАЦИИ:

(1) Нижние линии слома являются критическими из-за напряжения, появляющегося в месте стыка. Размещайте датчики так, чтобы обеспечить достаточное покрытие, например, через каждые 90 градусов на расстоянии от 6 до 12 дюймов (150-300 мм) от стыков.

(2) Сомнения вызывают также другие сварные стыки, такие как сварные соединения патрубков, люков, стыков корпуса и т.д. Для патрубков и люков датчики предпочтительно размещать на расстоянии 3-6 дюймов (75-150 мм) от места прохода через корпус и ниже. Также важен участок стыкового шва корпуса. Поместите два высокочастотных датчика напротив друг друга – один выше, другой ниже стыка.

(3) Низкочастотные датчики (S_{L15} и S_{L16} на рисунке) размещаются на середине высоты цистерны – один выше, другой ниже стыка. Расположите их как можно дальше друг от друга – на 180 градусов и под прямым углом к положению пары высокочастотных датчиков.

РИС. A-1120 ТИП 2 – ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЦИСТЕРНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ



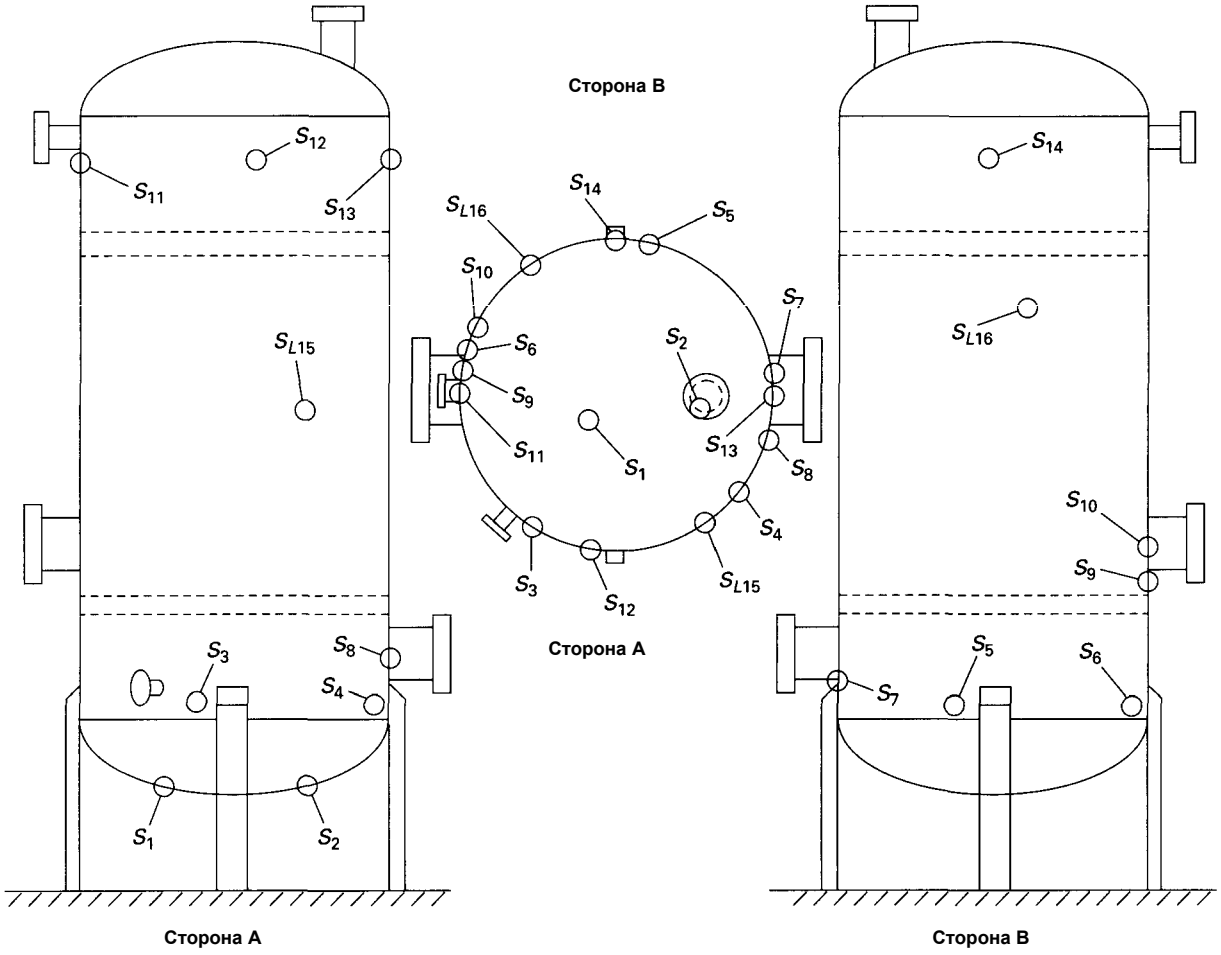
РЕКОМЕНДАЦИИ:

(1) Участок линий слома является критическим из-за напряжения, появляющегося в месте стыка. Размещайте датчики так, чтобы обеспечить достаточный охват, например, через каждые 90 градусов на расстоянии от 6 до 12 дюймов (150-300 мм) от стыков. В данном примере датчики расположены таким образом, что в зоне охвата оказались нижние патрубки, люки и область дефлектора вместе с участком линий слома.

(2) Сомнения вызывают также другие сварные стыки, такие как соединения патрубков, люков, крепление дефлектора и т.д. См. рекомендацию (1) в данном примере. Обратите внимание на датчик рядом с верхним люком для вала мешалки. Дефектоскопия этой области проводится при работающей мешалке.

(3) Низкочастотные датчики, (S_{L15} и S_{L16} на рис.) размещаются на середине высоты цистерны – один выше, другой ниже стыка. Расположите их как можно дальше друг от друга – под 180 градусов.

РИС. A-1130 ТИП 3 – ЦИСТЕРНА ВЫСОКОГО/НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ



РЕКОМЕНДАЦИИ:

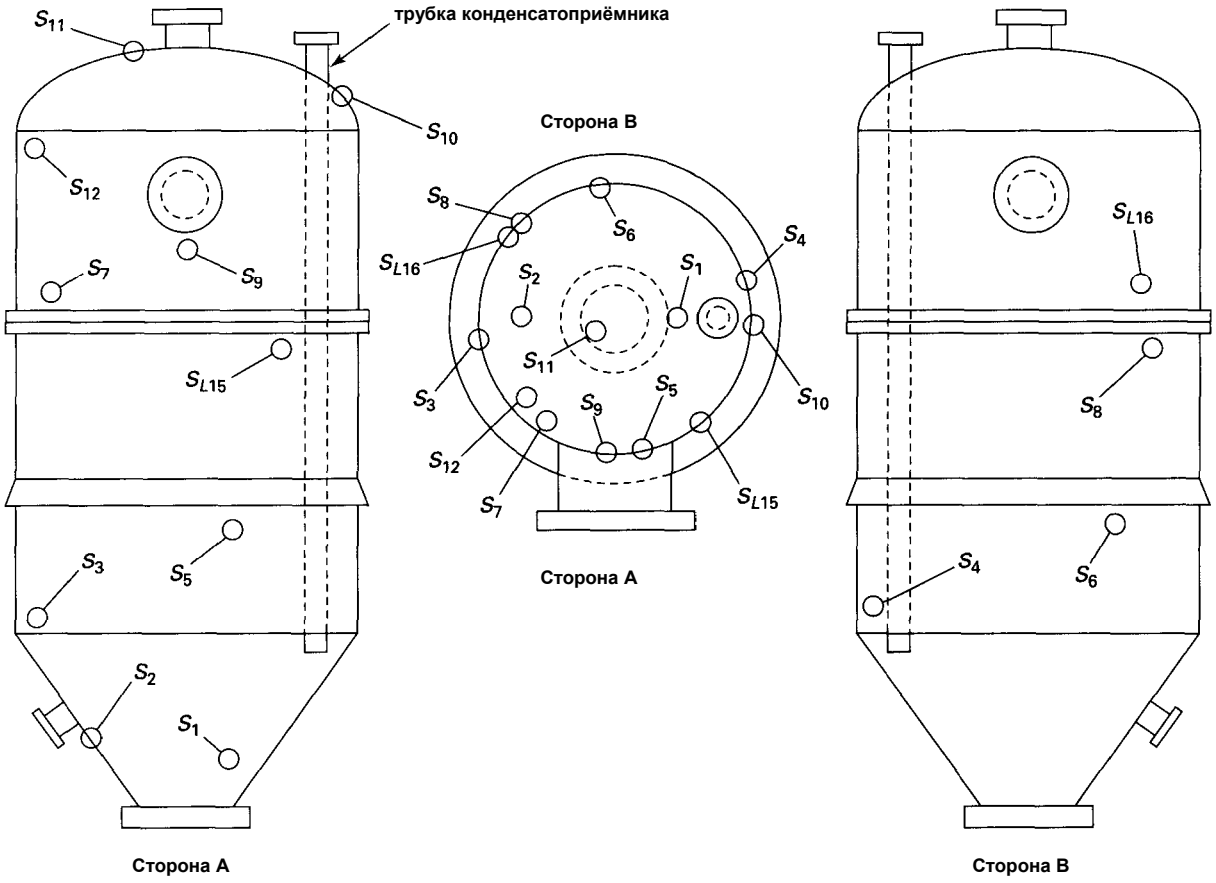
(1) Днище обычно подвержено сильному напряжению. Разместите два датчика примерно как показано на рисунке.

(2) Область нижнего слома является критической. Размещайте датчики так, чтобы обеспечить достаточное покрытие области, например, через каждые 90 градусов на расстоянии от 6 до 12 дюймов (150-300 мм) от стыка. Аналогично разместите датчики в области верхнего слома.

(3) Сомнения вызывают также другие сварные стыки, такие как соединения патрубков, люков и креплений опор. В зоне патрубков и люков размещайте датчики на расстоянии 3-6 дюймов (75-150 мм) от места стыка. В области опор датчик должен быть расположен в пределах 12 дюймов (300 мм) от места прикрепления опоры.

(4) Низкочастотные датчики, (S_{L15} и S_{L16} на рис.) размещаются на середине высоты цистерны – один выше, другой ниже стыка. Расположите их как можно дальше друг от друга – под 180 градусов.

РИС. А-1140 ТИП 4 – ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЦИСТЕРНА ВЫСОКОГО/НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

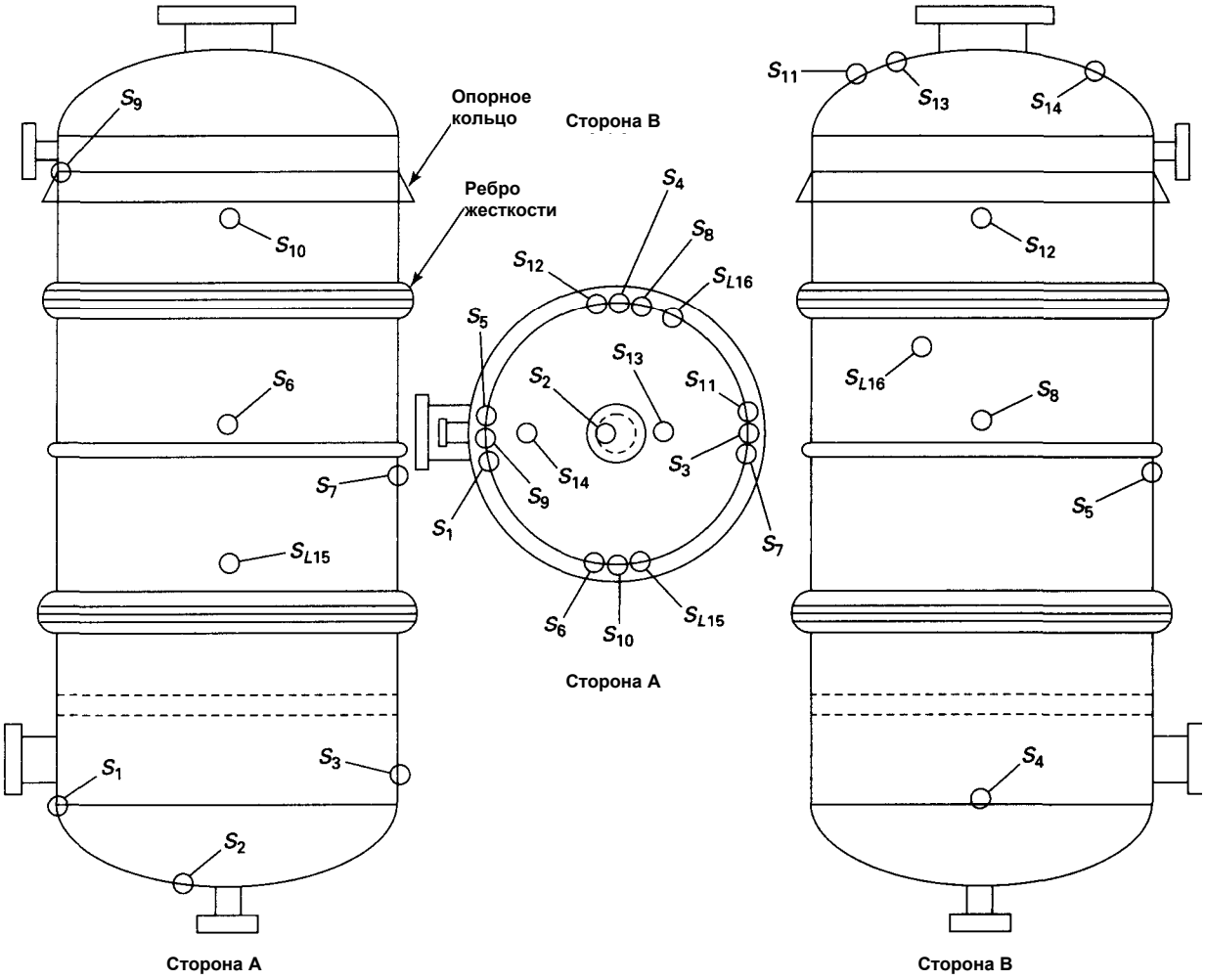


РЕКОМЕНДАЦИИ:

(1) Сомнение вызывают области сварных стыков, такие как соединения патрубков, люков и боковых фланцев. Особенно критичными являются нижний люк и парубок. В зоне патрубков и люков размещайте датчики на расстоянии 3-6 дюймов (75-150 мм) от места соединения. Область нижнего фланца в данном примере охватывается датчиком, расположенным на 3-6 дюймов (75-150 мм) выше люка. В области бокового фланца расположены низкочастотные датчики S_{L15} и S_{L16} – один выше, другой ниже фланца, разнесенные на 180 градусов. Высокочастотные датчики также разнесены на 180° и расположены под углом 90° к ним– один выше, другой ниже фланца.

(2) Зоны слома вызывают сомнения из-за напряжений, возникающих вследствие несплошностей. Размещайте датчики так, чтобы обеспечить достаточный охват зоны, например, через каждые 90° на расстоянии 3-6 дюймов (75-150 мм) от линий слома корпуса.

РИС. A-1150 ТИП 5 – ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЦИСТЕРНЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ/ВАКУУМНЫЕ



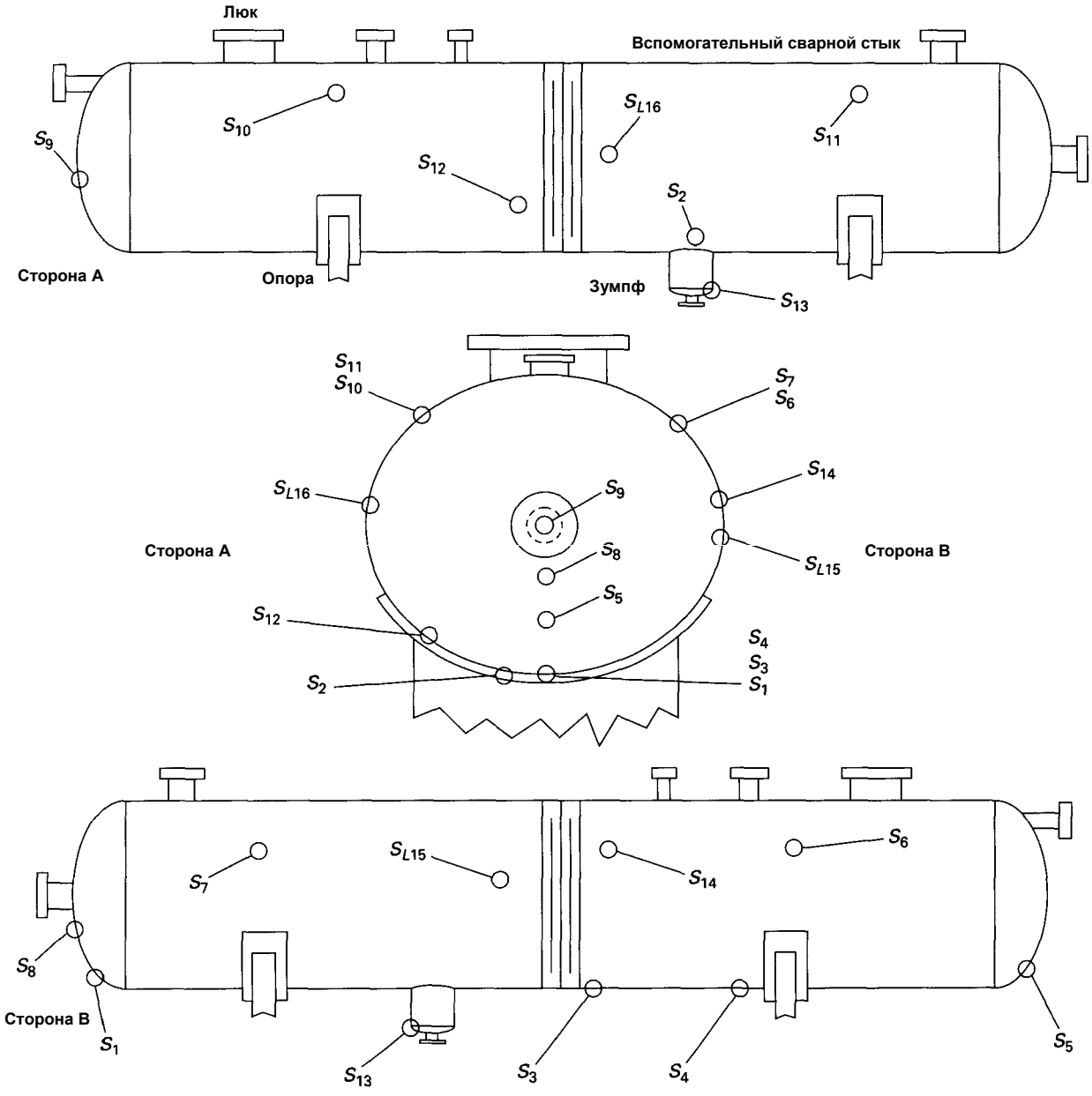
РЕКОМЕНДАЦИИ:

(1) Зоны слома вызывают сомнения из-за напряжений, появляющегося в местах несплошностей. Размещайте датчики так, чтобы обеспечить достаточное покрытие области, например, через каждые 90 градусов на расстоянии от 6 до 12 дюймов (150-300 мм) от линии перелома корпуса.

(2) Критичными являются вторичные области стыков в районе патрубков, люков и фланцевых соединений. В области патрубков и люков размещайте датчики на расстоянии 3-6 дюймов (75-150 мм) от места присоединения к корпусу или днищу и ниже, если возможно. Важной является зона стыкового шва корпуса. Разместите датчики под 180 градусов, один выше, другой ниже стыкового шва.

(3) Низкочастотные датчики, (S_{L15} и S_{L16} на рис.) размещаются на середине высоты цистерны – один выше, другой ниже стыка. Расположите их как можно дальше друг от друга – на 180° и под углом 90° к другой паре датчиков.

РИС. А-1160 ТИП 6 – ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЦИСТЕРНА ВЫСОКОГО/НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ



РЕКОМЕНДАЦИИ:

(1) Следует учитывать напряжения, возникающие в результате несплошностей в местах стыков цилиндрической части корпуса с боковыми полусферами. Поместите здесь датчики для контроля возможных структурных дефектов.

(2) Сомнительными являются вспомогательные сварные стыки, например, стыковой сварной шов корпуса, соединения патрубков, люков и зумпфа. Датчики предпочтительно располагать на расстоянии 3-6 дюймов (75-150 мм) от линий пересечения с цилиндрической частью корпуса. Для контроля области стыкового шва корпуса поместите два высокочастотных датчика друг напротив друга, по разные стороны от стыка.

(3) Низкочастотные датчики, (S_{L15} и S_{L16} на рис.) размещаются на середине длины цистерны по разные стороны от стыкового шва. Расположите их как можно дальше друг от друга – на 180° и под углом 90° к паре высокочастотных датчиков.

СТАТЬЯ 12
ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОСУДОВ ВО ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Т-1210 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данная статья описывает методы дефектоскопии металлических сосудов высокого давления с помощью акустической эмиссии во время приемочных испытаний под давлением, если они заданы соответствующим разделом Норм и правил. Если дефектоскопия с помощью акустической эмиссии проводится в соответствии с данной статьей, см. соответствующий раздел Норм и правил в отношении выполнения следующих специальных требований:

(a) квалификация персонала/требования аттестации
(b) требования к/объем дефектоскопии
(c) критерии приема/оценки
(d) требования к стандартному отчету
(e) содержание протокола и хранение протоколов

Если данная статья задана соответствующим разделом Норм и правил, описанный ниже метод АЭ должен использоваться с учетом Статьи 1 «Общие требования». Определения используемых в данной статье терминов содержатся в Обязательном приложении III к статье.

Т-1220 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Т-1220.1 Главной задачей дефектоскопии методом АЭ является обнаружение и контроль источников эмиссии, вызванной поверхностными и внутренними дефектами стенок сосудов, сварных швов и элементов конструкции и компонентов.

Т-1220.2 Все соответствующие индикации, вызванные источниками АЭ, должны быть исследованы другими методами неразрушающего контроля.

Т-1221 Нагружение сосудов

Обеспечьте нагружение сосуда внутренним давлением согласно требованиям соответствующего раздела Норм и правил. Скорость нагнетания давления должна быть определена в методике проведения испытаний. Скорость нагружения должна быть достаточной для проведения испытаний с минимальным внешним шумом. Обеспечьте условия, при которых давление устойчиво выдерживается на заданном уровне.

Т-1222 Шумоподавление

Шум от внешних источников, таких как дождь, посторонние предметы, касающиеся сосуда, оборудование, нагнетающее давление, не должен превышать порог, установленный при испытаниях.

Т-1223 Датчики

Т-1223.1 Частота датчиков. При выборе частоты датчиков учитывайте фоновый шум, затухание звука и форму сосуда. Частоты из диапазона 100-400 кГц считаются достаточно эффективными (См. Необязательное Приложение В).

Т-1223.2 Установка датчиков. Расположение датчиков и расстояние между ними указаны в Т-1243. Датчики устанавливают с использованием определенного в письменной методике вещества, обеспечивающего акустический контакт. Подходящее клеящее вещество должно обеспечивать эффективное склеивание и акустический контакт.

При дефектоскопии сосудов из аустенитной нержавеющей стали, титана или никелевых сплавов необходимо, чтобы клеящее вещество, используемое на поверхности сосуда, не содержало хлора, фтора и их ионов, серы, а предельные значения должны быть согласованы сторонами, заключившими контракт.

Датчики закрепляются с помощью методов, указанных в письменной методике испытаний.

Необходимо обеспечить наличие сигнального кабеля и предусилителя.

Т-1223.3 Контакт с поверхностью. Датчики устанавливаются непосредственно на поверхность сосуда, или на интегральный волновод.

Т-1224 Обнаружение источников акустической эмиссии

Т-1224.1 Источники АЭ определяются с заданной погрешностью с помощью многоканальной локации, зонного обнаружения или с помощью обоих методов, в зависимости от требований соответствующего раздела Норм и правил. Все хиты, выявленные оборудованием, должны быть внесены в протокол и использованы при проведении оценки.

Т-1224.2 Погрешность многоканальной локации должна быть не больше максимальной толщины двух стенок или 5% от расстояния между датчиками.

Т-1225 Технические требования методики

Дефектоскопия методом акустической эмиссии проводится согласно письменной процедуре. Каждая процедура должна включать в себя, как минимум, следующую информацию:

(a) материал и конструкцию исследуемого объекта, включая размеры и форму изделия;

(b) измерения фонового шума;

(c) тип, частоту и изготовителя датчиков;

(d) способ крепления датчиков

(e) вещество, обеспечивающее акустический контакт;

(f) тип оборудования акустической эмиссии и частоту фильтра;

(g) местоположение датчиков;

(h) метод выбора положения датчиков;

(i) описание калибровки системы;

(j) данные, вносимые в протокол, и способ регистрации;

(k) очистку сосуда после дефектоскопии;

(l) требования к протоколу;

(m) квалификацию/сертификацию оператора (ов).

Т-1230 ОБОРУДОВАНИЕ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ

(a) Система АЭ состоит из датчиков, блока обработки сигнала, дисплея и регистрирующего оборудования. (См. Приложение I).

(b) Оборудование для обработки и регистрации данных должно обеспечивать возможность измерения следующих параметров для каждого хита АЭ каждого канала: счет выше порога измерений системы, максимальную амплитуду, время хита и измеренную площадь под огибающей выпрямленного сигнала (MARSE). Смешивание или комбинирование сигналов акустической эмиссии от разных датчиков в общем предусилителе не допускается, кроме случаев, когда необходимо подавить эффекты локального экранирования. (См. Необязательное Приложение B.) Регистрирующая аппаратура должна иметь достаточное количество каналов для обеспечения покрытия зоны датчиками, согласно Т-1243.4. Амплитудное распределение по каждому каналу необходимо для определения характеристик источника. Оборудование должно быть способно записывать измеренные данные АЭ по номеру хита и номеру канала.

(c) Время и давление измеряется и записывается как часть данных АЭ. Давление должно непрерывно отслеживаться с точностью ±2% от максимального давления при испытании.

(1) Используемые при испытании манометры аналогового типа должны быть откалиброваны в пределах не менее 4 и не более 11 величин испытательного давления.

(2) Цифровые манометры можно использовать без ограничений пределов измерения, если суммарная погрешность калибровки и удобства считывания показаний не превышает 1% от испытательного давления.

Т-1240 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Т-1241 Оборудование

(См. Т-1230 и Обязательное Приложение I.)

Т-1242 Калибровка системы

(См. Обязательное Приложение II.)

Т-1243 Измерения до начала дефектоскопии

Т-1243.1 Калибровка системы на месте. Перед началом дефектоскопии или серии дефектоскопий каждого сосуда необходимо проверять рабочие характеристики каждого используемого канала оборудования АЭ, подавая моделированный сигнал АЭ на каждый вход главного усилителя.

Серия дефектоскопий должна проводиться с использованием одной и той же системы, в одном и том же месте, в течение времени, не превышающего 8 часов или времени проведения испытания, берется большее.

При калибровке системы должен подаваться синусоидальный пакетный сигнал измеримой амплитуды, длительности и несущей частоты. Как минимум, калибровка системы на месте должна обеспечить контроль точности операций системы для определения порога, счета, MARSE и максимальной амплитуды. Калибровочные значения должны быть в пределах, указанных в Приложении I.

Т-1243.2 Характеристика затухания. Изучение затухания проводится для определения максимального расстояния между датчиками. Сосуд заполняется жидкостью, используемой для проведения испытаний, и на него подается сигнал с моделированного источника АЭ. Испытание одинаковых сосудов на технологической линии см. в Необязательном Приложении B.

Стандартные потери при распространении сигнала определяются следующим образом: выберите характерную область на сосуде в стороне от люков, патрубков и т.д., закрепите датчик и проведите прямую от датчика на расстояние 10 футов (3 м), если возможно. Ломайте грифели толщиной 0,3 мм и твердостью 2H сразу после датчика, затем через каждые 2 фута (0,6 м) вдоль этой линии. Грифель выдвигается на 0,1 дюйма (2,5 мм) и ломается под углом примерно 30° к поверхности сосуда.

Т-1243.3 Расположение датчиков. Положение датчиков на поверхности сосуда определяется конфигурацией сосуда и максимальным расстоянием между датчиками (см. Т-1243.4). Кроме того, нужно учитывать необходимость обнаружения структурных дефектов в критических местах, таких как места сварки, области высокого давления, геометрические разрывы, парубки, люки, отремонтированные участки, опорные кольца и видимые дефекты. Необходимо также принимать во внимание возможный эффект затухания в сварных швах. См. Необязательное Приложение B. Рекомендации по расположению датчиков для зонного обнаружения для самых распространенных типов цистерн приведены в Необязательном Приложении A.

Т-1243.4 Расстояние между датчиками

Т-1243.4.1 Расстояние между датчиками для зонного обнаружения. Датчики должны быть размещены таким образом, чтобы слом грифеля в любой точке исследуемой области определялся как минимум одним датчиком и имел амплитуду не менее, чем определено в соответствующем разделе Норм и правил. Максимальное расстояние между датчиками должно быть не больше чем 11 пороговых расстояний. Пороговое расстояние определяется как расстояние от датчика, при котором слом грифеля карандаша на поверхности сосуда имеет измеренную амплитуду, равную порогу испытаний.

Т-1243.4.2 Расстояние между датчиками для алгоритмов многоканальной локации источников. Датчики размещаются таким образом, чтобы слом грифеля в любой точке исследуемой области определялся, по меньшей мере, минимальным количеством датчиков, необходимом при данном алгоритме.

Т-1243.5 Проверка характеристик системы. Проверка связи датчиков и отсутствия обрывов цепи выполняются после закрепления датчиков и сборки системы, затем сразу после испытания. Отклик по максимальной амплитуде каждого датчика на повторяющийся моделированный источник акустической эмиссии на заданном расстоянии от датчика определяется непосредственно до и сразу после испытания. Измеренная максимальная амплитуда не должна отличаться более чем на 4 дБ от средней для всех датчиков. Любой канал, не удовлетворяющий данным требованиям, нужно протестировать и либо заменить, либо отремонтировать. Если во время проверок выяснилось, что испытательная аппаратура работает неправильно, все испытания, проведенные с момента последней положительной проверки, необходимо выполнить заново.

Т-1244 Порядок проведения испытаний

Т-1244.1 Общие рекомендации. Повышайте уровень давления в сосуде до заданного максимума, отслеживая с помощью датчиков акустическую эмиссию, вызванную растущими структурными несплошностями.

Т-1244.2 Фоновый шум. Внешний шум должен быть отслежен, минимизирован и зарегистрирован.

Т-1244.2.1 Проверка уровня фонового шума до начала нагнетания давления. Для определения уровня паразитных сигналов после завершения проверки характеристик системы и до нагнетания давления необходим контроль АЭ сосуда при соблюдении предполагаемых условий испытания. Рекомендуемая длительность контроля равна 15 мин. Если фоновый шум превышает порог испытаний, постарайтесь устранить его источник или прекратите испытания.

Т-1244.2.2 Фоновый шум во время испытаний. Во время анализа результатов испытаний отмечается наличие фонового шума и вычисляется его влияние на полученные результаты. Источниками фонового шума могут быть:

(1) всплески жидкости в сосуде;
(2) слишком высокая скорость нагнетания давления;
(3) насосы, моторы и другие механические устройства;
(4) электромагнитные помехи;
(5) окружающая среда (дождь, ветер и т.д.).

Протечки из сосуда, например из кранов, из—под фланцев и предохранительных устройств, могут маскировать сигналы АЭ из сосуда. Перед продолжением испытаний протечки необходимо устранить.

Т-1244.3 Нагнетание давления в сосуде

Т-1244.3.1 Скорости нагнетания, среда, используемая для нагнетания давления и предохранительные клапаны должны быть выбраны согласно соответствующему разделу Норм и правил. Скорость нагнетания давления выбирается таким образом, чтобы провести испытания с минимальным внешним шумом.

Т-1244.3.2 Последовательность нагружения. Дефектоскопия проводятся согласно соответствующему разделу Норм и правил. Давление увеличивается до отметок в 50%, 65%, 85% и 100% от максимального давления при испытании. На каждой отметке давление выдерживается 10 мин, на отметке 100% - минимум 30 мин (см. рис. Т-1244.3.2). Испытания могут вызвать локальные деформации областей с высоким дополнительным напряжением. Подобные деформации сопровождаются акустической эмиссией, которая необязательно означает наличие дефектов. Вследствие этого во время первого нагружения сосудов без послесварочной термообработки (снижающей напряжения) учитываются только хиты с высокими амплитудами и данные периода выдерживания. Если данные первого нагружения указывают на возможные дефекты или являются неубедительными, сосуд нагружается заново от отметки 50% до 100% от давления при испытании, с промежуточными уровнями в 50%, 65% и 85%. При том длительность выдерживания давления та же, что и при первом нагружении.

Т-1244.3.3 Прекращение испытаний. Предупреждением являются отклонения от линейной зависимости числа хитов или MARSE от уровня давления. Если количество АЭ или величина MARSE быстро растут с повышением давления, сосуд необходимо разгрузить и либо прекратить испытания, либо определить источник эмиссии и возможность продолжения испытаний. Быстрый (экспоненциальный) рост числа АЭ или величины MARSE может означать неконтролируемое продолжающееся повреждение, являющееся признаком неминуемого отказа.

Т-1260 КАЛИБРОВКА

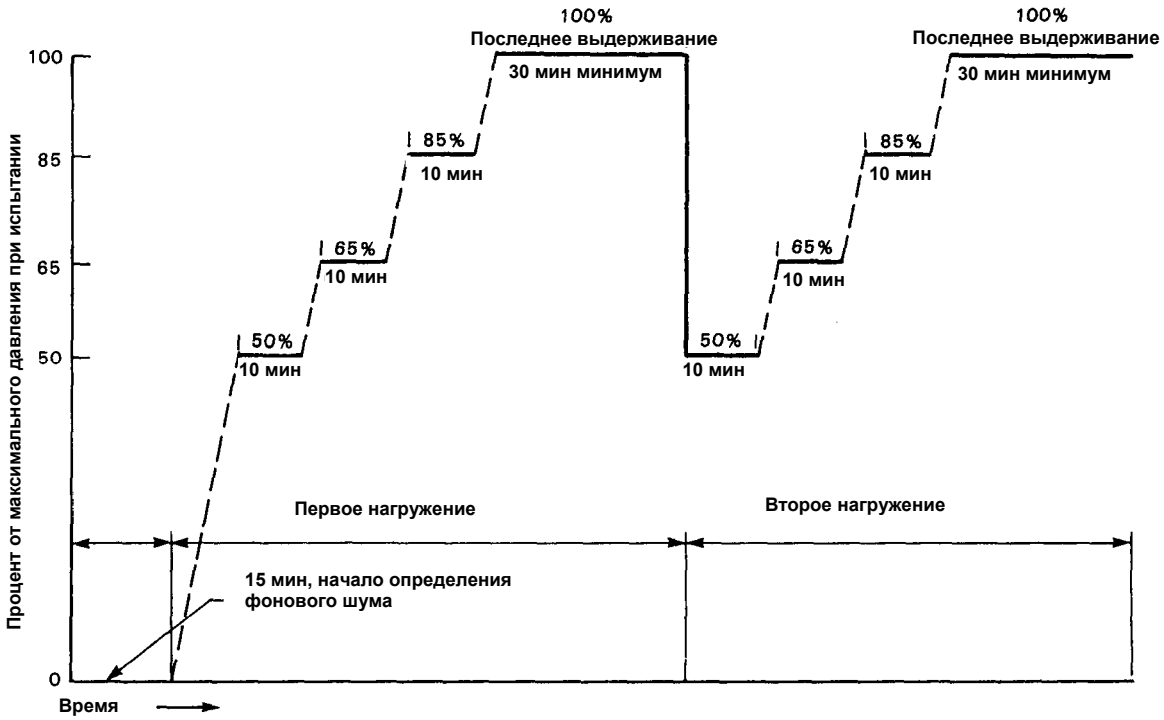
(См. Обязательное Приложение II.)

Т-1280 ОЦЕНКА

Т-1281 Критерии оценки

Критерии АЭ, приведенные в Таблице Т-1281, являются основанием для оценки значимости показаний АЭ. Данные критерии основаны на определенном ряде характеристик контроля АЭ. Применяемые критерии должны соответствовать указаниям соответствующего раздела Норм и правил.

РИС. Т-1244.3.2 ПРИМЕР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НАГРУЖЕНИЯ СОСУДА ПРИ ИСПЫТАНИИ



ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:
Во время нагружения рост уровня давления за 2 мин. не должен превышать 10% от максимального давления при испытании.

Т-1290 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-1291 Письменный отчет

В отчете должно быть указано:

(a) полное описание сосуда, включая тип материала, способ изготовления, название изготовителя и номер сертификата;

(b) эскиз сосуда или чертеж изготовителя с указанием размеров и местоположения датчиков;

(c) используемая испытательная жидкость;

(d) температура испытательной жидкости;

(e) последовательность и скорость нагружения, время выдерживания и величина давления на каждом этапе;

(f) характеристика затухания и результаты;

(g) результаты проверки характеристик системы;

(h) сопоставление данных испытания с критериями приемки;

(i) эскиз или чертеж изготовителя с указанием мест, не удовлетворяющих критериям оценки;

(j) все необычные воздействия или явления, имевшие место до начала или во время испытаний;

(k) дата (даты) проведения испытаний;

(l) имя (имена) и квалификация оператора (ов)

(m) полное описание оборудования АЭ, включая название изготовителя, номер модели, тип датчиков, уставки оборудования, данные калибровки и т.д.

Т-1292 Протокол

(a) Постоянная регистрация данных АЭ должна включать:

(1) Хиты АЭ с превышением порога с указанием времени и/или давления для областей, представляющих интерес

(2) Общее количество хитов с указанием времени и/или давления

(3) письменные отчеты

(b) Данные по АЭ должны сопровождаться протоколами данных по сосуду.

ТАБЛИЦА Т-1281
ПРИМЕР КРИТЕРИЕВ РАСЧЕТА ДЛЯ ЗОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ

	Эмиссия во время выдерживания давления	**Скорость счетав**	**Число хитов**	**Хиты с высокими амплитудами**	**MARSE или амплитуда**	**Активность**	**Порог оценки, дБ**
(Первое нагружение) Сосуды высокого давления без послесварочной термообработки	Не более $Э_в$ хитов за время $T_в$	Не применяется	Не применяется	Не более $Э_A$ хитов с амплитудой, превышающей заданное значение	MARSE или амплитуда не увеличивается при увеличении давления	Активность не увеличивается при увеличении давления	V_{TH}
Остальные сосуды высокого давления	Не более $Э_в$ хитов за время $T_в$	Менее N_T хитов на датчик для заданного увеличения давления	Не более $Э_T$ хитов с амплитудой, превышающей заданное значение	Не более $Э_A$ хитов с амплитудой, превышающей заданное значение	MARSE или амплитуда не увеличивается при увеличении давления	Активность не увеличивается при увеличении давления	V_{TH}

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ:
(a) $Э_в$, N_T, $Э_T$ и $Э_A$ – заданные величины критериев принятия, определенные в соответствующем разделе Норм и правил.
(b) V_{TH} – заданный порог оценки.
(c) $T_в$ – заданное время выдерживания давления.

СТАТЬЯ 12
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I — ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ

I-1210 ДАТЧИКИ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

I-1210.1 Общие положения. Датчики АЭ диапазона 100-400 кГц должны быть устойчивы к температурам в пределах, при которых они будут использоваться, и в данных пределах не должны менять чувствительность более чем на 3 дБ, что должно быть гарантировано изготовителем. Датчики должны быть защищены от радиочастотных помех и от электромагнитного шума с помощью подходящего экранирования и/или с помощью использования дифференциальной схемы (схемы антисовпадения). Амплитудно-частотная характеристика датчиков не должна отличаться более чем на 4 дБ от максимального отклика.

1-1210.2 Параметры датчиков. Датчики должны иметь резонансный отклик в пределах 100-400 кГц. Минимальная чувствительность должна равняться -80 дБ относительно 1 вольт/мкбар. Минимальная чувствительность должна быть определена с помощью прямой ультразвуковой калибровки.

ЗАМЕЧАНИЕ: Данный метод позволяет измерить относительную чувствительность датчика. Датчики АЭ, используемые в одном и том же испытании, не должны отличаться по пиковой чувствительности более чем на 3 дБ от среднего значения.

I-1220 СИГНАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ

Сигнальный кабель от датчика к предусилителю не должен превышать 6 футов (1,8 м) в длину и должен быть экранирован от электромагнитных помех.

I-1230 СВЯЗУЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО

Выбранное вещество должно обеспечивать стабильный эффективный контакт в течение всего испытания. Следует учесть длительность испытаний и температуру поверхности сосуда. Связующее вещество и способ прикрепления датчиков должны быть описаны в письменной методике.

I-1240 ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ

Предусилитель должен быть установлен в непосредственной близости от датчика или в корпусе датчика. Если предусилитель дифференциального типа, должно быть обеспечено подавление синфазных помех на уровне минимум 40 дБ. Частотная характеристика не должна изменяться более чем на 3 дБ в используемом частотном и температурном диапазоне датчиков.

I-1250 ФИЛЬТРЫ

Можно использовать полосовые фильтры или фильтры высоких частот. Фильтры должны обеспечивать коэффициент затухания минимум -24дБ на октаву. Фильтры должны быть встроены в предусилитель. Дополнительные фильтры должны быть встроены в процессор. Фильтры выбираются таким образом, чтобы основная рабочая частота соответствовала заданной частоте датчика.

I-1260 СИГНАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ

Кабель, питающий предусилитель и проводящий усиленный сигнал к главному процессору, должен быть экранирован от электромагнитных помех. Потери сигнала должны быть менее 1 дБ на 100 футов (30 м) длины кабеля. Во избежание чрезмерного затухания сигнала максимальная длина кабеля должна быть не больше 500 футов (150 м).

I-1270 ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ

Необходимо использовать стабильный заземленный источник питания, отвечающий спецификациям оборудования.

I-1280 ГЛАВНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Главный усилитель должен иметь линейное усиление в пределах 3 дБ при температурах 40°F-125°F (5°C-50°C).

I-1290 ГЛАВНЫЙ ПРОЦЕССОР

I-1291 Общие замечания

Главный процессор (процессоры) должен иметь схемы для обработки поступающей с датчиков информации. Он должен уметь обрабатывать данные о хитах, счете, пиковых амплитудах и MARSE для каждого канала.

(a) Порог. Используемая при испытаниях аппаратура АЭ должна обеспечивать точную регулировку порога в пределах ±1 дБ рабочего диапазона.

(b) Счет АЭ. Используемая при испытаниях схема счетчика АЭ должна регистрировать счет АЭ, превышающий заданный порог с точностью ±5%.

(c) Хиты АЭ. Аппаратура АЭ должна быть способна измерять, записывать и отображать как минимум 20 хитов/с (общее число для всех каналов) в течение минимум 10 секунд, и непрерывно измерять, записывать и отображать как минимум 10 хитов/с (общее число для всех каналов). Система должна подавать предупреждение, если пауза между записью и отображением информации при высоких скоростях передачи данных превышает 5 с.

(b) Счет АЭ. Используемая при испытаниях схема счетчика АЭ должна регистрировать счет АЭ, превышающий заданный порог с точностью ±5%.

(c) Хиты АЭ. Аппаратура АЭ должна быть способна измерять, записывать и отображать как минимум 20 хитов/с (общее число для всех каналов) в течение минимум 10 секунд, и непрерывно измерять, записывать и отображать как минимум 10 хитов/с (общее число для всех каналов). Система должна подавать предупреждение, если пауза между записью и отображением информации при высоких скоростях передачи данных превышает 5 с.

(d) Пиковая амплитуда. Используемая при испытаниях схема должна измерять пиковую амплитуду с точностью ±2 дБ.

(e) Энергия. Используемая при испытаниях схема должна измерять MARSE с точностью ±5%. Используемый динамический диапазон для энергии должен быть минимум 40 дБ.

(f) Параметрический потенциал. Если оборудованием АЭ измеряется параметрический потенциал, измерения должны проводиться с погрешностью 2% от полной шкалы.

1-1292 Измерение пиковой амплитуды

Необходимо провести сравнительную калибровку согласно требованиям Приложения II. Используемый динамический диапазон должен быть минимум 60 дБ с разрешением 1 дБ в полосе частот 100 кГц - 400 кГц и температурном диапазоне 40°F-125°F (5°C-50°C). В указанном температурном диапазоне допускается отклонение в точности определения пиковой амплитуды не более 2 дБ. Величины амплитуд должны быть указаны в дБ и должны соответствовать постоянному коэффициенту усиления системы (датчика или предусилителя).

ПРИЛОЖЕНИЕ II — КАЛИБРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ССЫЛКИ

II-1210 КАЛИБРОВКА НА ЗАВОДЕ-ИЗГОТОВИТЕЛЕ

Изготовитель должен сопроводить компоненты системы акустической эмиссии сертификатами на технические характеристики с указанием допустимых отклонений.

II-1211 Ежегодная калибровка

Оборудование должно проходить ежегодную полную калибровку согласно рекомендациям изготовителя с использованием оборудования для калибровки, отвечающего требованиям признанного государственного стандарта.

II-1220 ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА

Рабочие характеристики и определение порога зависят от типа оборудования АЭ. Такие параметры, как число АЭ, амплитуда, энергия, различаются у разных изготовителей и у разных моделей одного изготовителя. Данный раздел приложения содержит описание методики выработки общих оснований калибровки для различных типов оборудования.

Эта методика предполагает исходную калибровку оборудования при температуре 60°F – 80°F (16°C – 27°C). В полевых условиях можно использовать небольшие переносные генераторы сигнала и калибровочные преобразователи для периодической проверки чувствительности датчиков, предусилителей и каналов.

II-1221 Характеристика датчиков

Порог обнаружения акустической эмиссии является амплитудной величиной. Все датчики должны быть снабжены эксплуатационными характеристиками в письменном виде. Все документы должны отвечать требованиям Национального бюро стандартов США. Методика определения порога обнаружения описана в Приложении II к Статье XI.

ПРИЛОЖЕНИЕ III — СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОСУДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

III-1210 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Данное Обязательное Приложение используется с целью установления стандартных терминов и определений, относящихся к дефектоскопии металлических сосудов высокого давления методом акустической эмиссии.

III-1220 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) Стандартная терминология методов неразрушающего контроля (ASTM E 1316) утверждена Комиссией под номером SE-1316.

(b) SE-1316 определяет термины, используемые вместе с данной статьей.

(c) Определения общих терминов, таких как *interpretation* (анализ), *flaw* (дефект), *discontinuity* (несплошность), *evaluation* (оценка), и т.д., см. в Статье 1 Обязательного Приложения I.

(d) В дополнение к терминам, перечисленным в SE-1316, также применяются термины из III-1230. **A08**

III-1230 ТРЕБОВАНИЯ

Следующие термины из Норм и Правил используются в данной Статье:

шкала в дБ: относительная логарифмическая шкала амплитуды сигнала, определяемая в дБ как $V = 20 \log(V^{вх}/V^{вых})$. Опорное напряжение

определяется как выходное для датчика, равное 1 В, а V – измеренная амплитуда в вольтах.

электронный генератор импульсов: устройство, подающее повторяющийся кратковременный сигнал на процессор акустической эмиссии с целью его проверки, поверки и калибровки.

измеренная площадь под огибающей выпрямленного сигнала: измерение площади области под огибающей выпрямленного временного сигнала линейного напряжения, поступающего от датчика.

многоканальная локация источника: методика определения источника, основанная на волнах напряжения из одиночного источника, регистрируемых более чем на одном датчике. Положение источника вычисляется с помощью математических алгоритмов на основе разности в запаздывании сигналов.

моделированный источник АЭ: устройство, подающее на конструкцию повторяющуюся кратковременную волну напряжения ниже предела упругости.

порог обнаружения: величина пиковой амплитуды, используемая для независимой калибровки оборудования от различных изготовителей.

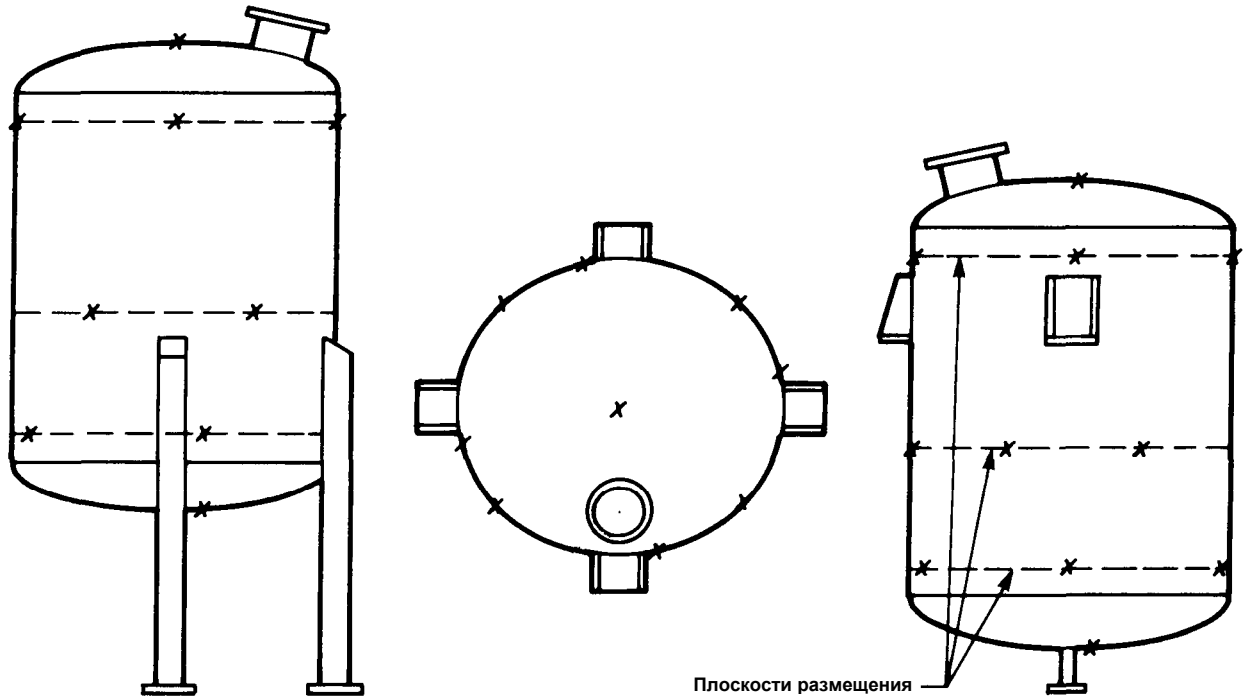
зона: область вокруг датчика, на которой можно выявить источники АЭ.

зонное обнаружение: метод определения примерного положения источника эмиссии.

СТАТЬЯ 12
НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

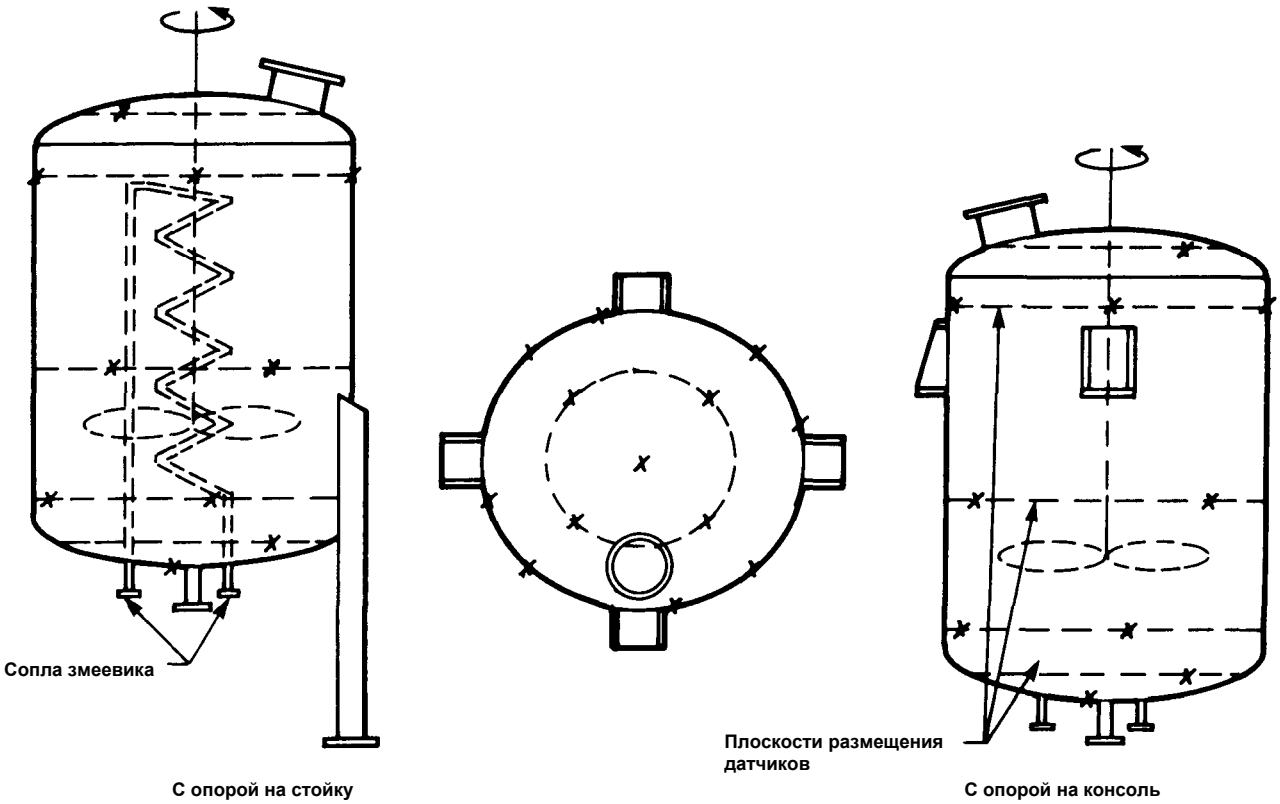
ПРИЛОЖЕНИЕ А
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСПОЛОЖЕНИЮ ДАТЧИКОВ

РИС. А-1210 ТИП 1 – ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЦИСТЕРНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ С ВЫПУКЛЫМИ ДНИЩАМИ, ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СТОЙКОЙ ИЛИ ОПОРОЙ



РЕКОМЕНДАЦИИ:
(1) *X* обозначает положение датчиков (максимальное расстояние между соседними датчиками определяется из характеристики затухания сосуда).
(2) Могут потребоваться дополнительные ряды датчиков.

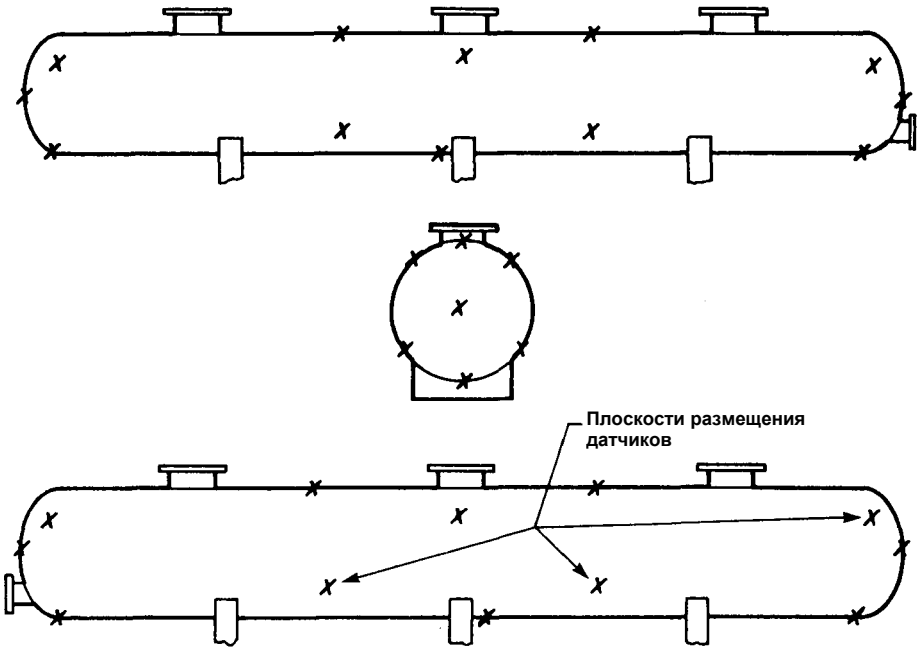
РИС. А-1220 ТИП 2 – ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СОСУД ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ С ВЫПУКЛЫМИ ДНИЩАМИ, НЕПРЕРЫВНЫМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ, С ОТКЛОНЯЮЩЕЙСЯ КОНСОЛЬЮ ИЛИ С ОПОРОЙ



С опорой на стойку **С опорой на консоль**

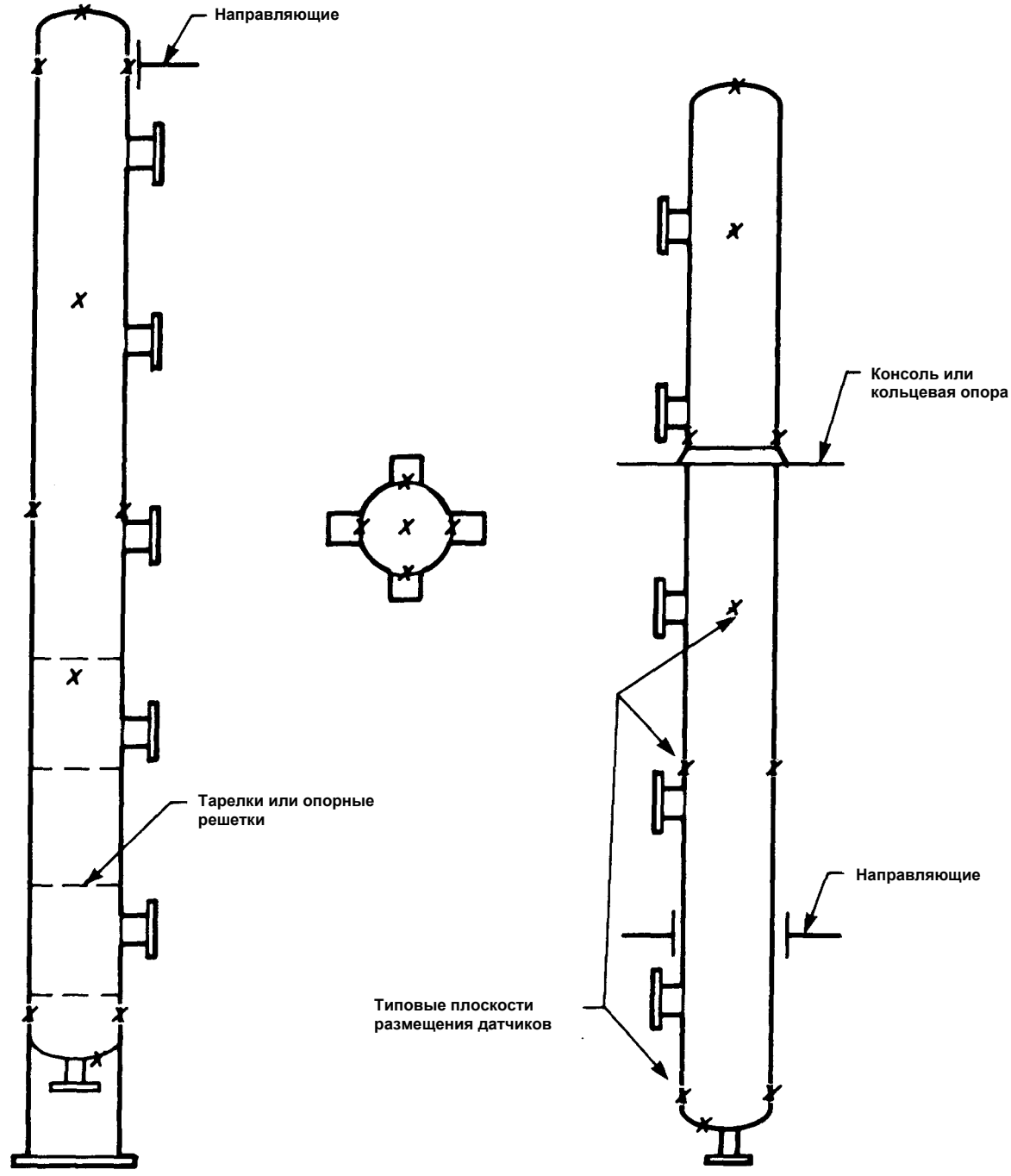
РЕКОМЕНДАЦИИ:
(1) *X* обозначает положение датчиков (максимальное расстояние между соседними датчиками определяется из характеристики затухания цистерны).
(2) Датчики могут быть расположены на выходном отверстии для определения дефектов змеевика.
(3) Могут потребоваться дополнительные ряды датчиков.

РИС. А-1230 ТИП 3 - ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ЦИСТЕРНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ С ВЫПУКЛЫМИ ДНИЩАМИ С ОПОРАМИ СЕДЕЛЬНОГО ТИПА



РЕКОМЕНДАЦИИ:
(1) *X* обозначает положение датчиков (максимальное расстояние между соседними датчиками определяется из характеристики затухания цистерны).
(2) Могут потребоваться дополнительные ряды датчиков.

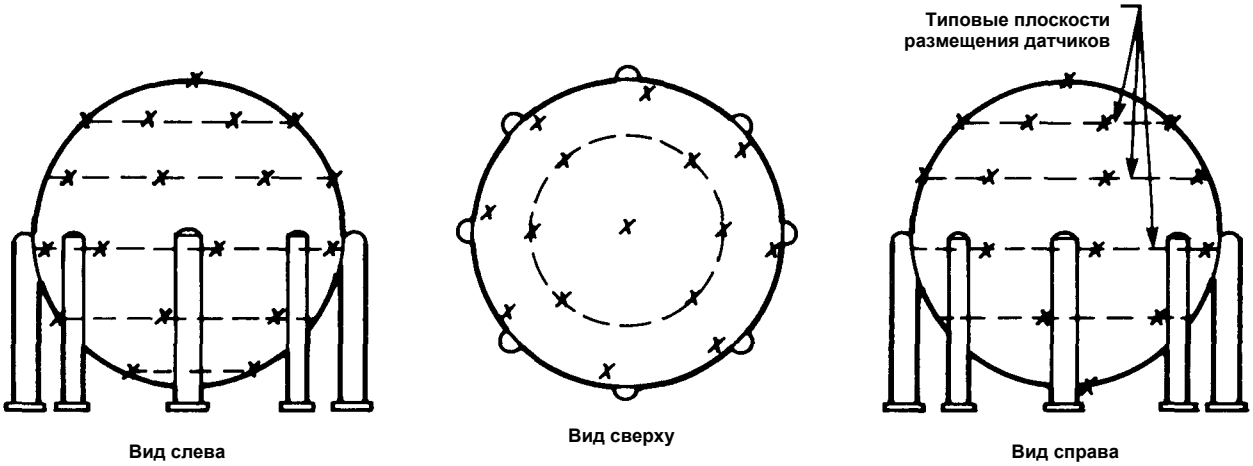
РИС. А-1240 ТИП 4 – ВЕРТИКАЛЬНАЯ ЦИСТЕРНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, В СТОЙКЕ, С ВЫПУКЛЫМИ ДНИЩАМИ, С КОНСОЛЬНОЙ ОПОРОЙ ИЛИ ЮБКОЙ



С опорой на юбку **С консольной или кольцевой опорой**

РЕКОМЕНДАЦИИ:
(1) *X* обозначает положение датчиков (максимальное расстояние между соседними датчиками определяется из характеристики затухания цистерны).
(2) В отдельных областях может потребоваться установка дополнительных датчиков.
(3) Могут потребоваться дополнительные ряды датчиков.

РИС. А-1250 ТИП 5 – СФЕРИЧЕСКАЯ ЦИСТЕРНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ С ОПОРОЙ НА СТОЙКИ



РЕКОМЕНДАЦИИ:
(1) *X* обозначает положение датчиков (максимальное расстояние между соседними датчиками определяется из характеристики затухания цистерны).
(2) Могут потребоваться дополнительные ряды датчиков.

СТАТЬЯ 12
НЕОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ B — ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

B-10 ВЫБОР ЧАСТОТЫ

Полоса частот 100 кГц-200 кГц является наименьшей полосой, которую можно использовать при дефектоскопии сосудов высокого давления с помощью АЭ. Более высокие частоты используются, если нельзя устранить фоновый шум. Если используется высокочастотная полоса, следует учитывать следующие замечания:

(a) Характеристика затухания изменится.

(b) Увеличится расстояние между датчиками, и потребуется больше датчиков, чтобы в достаточной мере покрыть исследуемую область.

(c) Описанные в Приложении I требования к оборудованию должны быть скорректированы для полосы более высоких частот.

(d) Описанная в Приложении II калибровка оборудования должна быть проведена для полосы более высоких частот.

(e) Дополнительные критерии оценки/приемки должны быть взяты из соответствующего раздела Норм и правил.

B-20 ОБЪЕДИНЕНИЕ НЕСКОЛЬКИХ ДАТЧИКОВ В ОДНОМ КАНАЛЕ

Два или более датчика (с предусилителями) могут быть включены в один канал для преодоления эффектов местного экранирования в определенной области сосуда. Характерным примером может служить использование нескольких датчиков (с предусилителями) вокруг люка или патрубка.

B-30 ЗАТУХАНИЕ В СВАРНЫХ ШВАХ

В некоторых случаях сварные швы вызывают сильное затухание неповерхностных волн. Это явление отрицательно сказывается преимущественно на алгоритмах многоканальной локации и может быть отслежено путем изменения процедуры определения затухания таким образом, чтобы волны давления не содержали поверхностных волн, пересекающих сварные швы поперек.

B-40 НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ОДИНАКОВЫХ СОСУДОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

В ситуациях, когда требуется непрерывно проводить контроль одинаковых сосудов и когда такие параметры, как материал, толщина, форма и тип продукта существенно не изменяются, определение параметров затухания для каждого сосуда не проводят.

СТАТЬЯ 13
МОНИТОРИНГ НЕПРЕРЫВНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Т-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящей статье описаны требования, которые следует применять при мониторинге акустической эмиссии (АЭ) оболочек металлических или неметаллических деталей, работающих под давлением, используемых в атомной энергетике или в других областях. Можно осуществлять мониторинг в плане воздействия нагрузки, давления, температуры, и/или по времени.

Если требуется мониторинг АЭ в соответствии с настоящей Статьей, то соответствующий Раздел Норм и правил должен содержать следующее:

(a) квалификация персонала/требования по сертификации

(b) объем обследования и/или зоны (зон)/объема (объемов) мониторинга

(c) продолжительность периода мониторинга

(d) критерии приемки/оценки

(e) требования по отчетам и протоколам

Если Раздел Норм и правил содержит ссылку на настоящую статью, то технические требования, описанные здесь, должны применяться наряду со Статьей 1, Общие требования. Определения терминов, применяемых в настоящей статье см. в Обязательном приложении VII настоящей статьи.

Настоящая Статья обращается к обобщенным требованиям по мониторингу непрерывной акустической эмиссии граничных компонентов, работающих под давлением во время эксплуатации. Дополнительные требования для отдельных случаев, такие как компоненты атомных систем, неметаллические компоненты, мониторинг при повышенных температурах, мониторинг ограниченной зоны, обследование при помощи грифеля и т.д., даны в Обязательных приложениях настоящей Статьи.

Т-1311 Ссылки

SE-650, Стандартное руководство по установке пьезоэлектрических датчиков акустической эмиссии (Standard Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors)

SE-976, Стандартное руководство по определению воспроизводимости отклика датчиков акустической эмиссии (Standard Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response)

SE-1211, Стандартная методика выявления и определения местоположения утечки с помощью датчиков акустической эмиссии, установленных на поверхности (Standard Practice for Leak Detection and Location Using Surface-Mounted Acoustic Emission Sensors)

SE-1316, Стандартная терминология неразрушающих испытаний (Standard Terminology for Nondestructive Examinations)

SE-1419, Стандартный метод контроля бесшовных сосудов под давлением, наполненных газом, с помощью акустической эмиссии (Standard Test Method for Examination of Seamless, Gas-Filled, Pressure Vessels Using Acoustic Emission)

ASTM E 750-88 (1993), Стандартная методика для определения параметров контрольно-измерительных приборов акустической эмиссии (Standard Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation)

ASTM E 1067-89 (1991), Стандартная методика обследования акустической эмиссией резервуаров/сосудов из пластика, армированного стекловолокном (FRP) (Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Fiberglass Reinforced Plastic Resin (FRP) Tanks/Vessels)

ASTM E 1118-89, Стандартная методика обследования акустической эмиссией труб из армированной термоусадочной резины (RTRP) (Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP))

ASTM E 1139-92, Стандартная методика непрерывного мониторинга акустической эмиссии от оболочек металлических сосудов под давлением)

Т-1320 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Т-1321 Цели мониторинга

Целью обследования АЭ являются выявление, определение расположения, а также определение параметров источников АЭ, интерпретация ответных сигналов АЭ с целью оценки значимости в плане целостности оболочки под давлением. Данные источники АЭ ограничены источниками, возникающими во время обычной эксплуатации системы, т.е., для создания АЭ не применяются специальные воздействия. В контексте этой статьи нормальная эксплуатация системы может включать стандартные испытания под давлением, осуществляемые во время остановки системы.

Т-1322 Значимые показания

Все значимые показания, выявленные во время мониторинга АЭ, должны проходить оценку при помощи других методов неразрушающих испытаний.

Т-1323 Квалификационные испытания персонала

Т-1323.1 Методы и установка оборудования. Все методы, используемые в квалификационных испытаниях, при калибровке, установке и эксплуатации оборудования АЭ, а также для анализа данных, должны быть одобрены специалистами, сертифицированными на III Уровень АЭ. Установка, калибровка и испытание оборудования АЭ должно проводиться под руководством персонала, сертифицированного на III Уровень АЭ.

Т-1323.2 Эксплуатация системы АЭ. Обычная работа системы АЭ по сбору и интерпретации данных может осуществляться компетентным персоналом, которые не обязательно должны быть специалистами в области АЭ. Однако эксплуатация системы АЭ и интерпретация данных должны удостоверяться специалистом, сертифицированным на III Уровень АЭ, примерно раз в месяц или чаще, особенно если есть сбои в системе, выявляются значимые сигналы или если наблюдается резкое изменение в скорости передачи сигналов.

Т-1324 Создание напряжения в компонентах

Существует несколько способов нагружения для обследования АЭ, включая запуск, непрерывную и циклическую работу, остановку действующих систем и компонентов объекта, а также испытания под давлением недействующих систем объекта Напряжение можно создать либо нагнетанием давления, либо изменением температуры, либо комбинацией этих воздействий. Целью настоящей Статьи является описание методов контроля, которые применяются во время нормальной эксплуатации систем или компонентов объекта, работающих под давлением. Во время запуска скорость нагнетания давления должна быть достаточной, чтобы способствовать обследованию с минимальный внешним шумом. Если требуется, то необходимо предпринять меры для поддержания давления в нужных точках удержания. Рекомендации по использованию сжатого газа в качестве среды нагнетания давления см. в SE-1419.

Т-1325 Шумовые помехи

Шумовые помехи, которые мешают выявлению сигналов АЭ, должны контролироваться в возможных пределах. Для непрерывного мониторинга может потребоваться отрегулировать фоновый шум мониторингом на высоких частотах путем экранирования открытых частей грифеля системы АЭ, с помощью дифференциальных датчиков, а также специальных методик фильтрации данных для снижения шумовых помех.

Т-1326 Координация усилий с владельцем /оператором систем объекта

По соображениям эксплуатации, свойственным для метода АЭ, необходимо установить и поддерживать тесное сотрудничество между оператором контрольно-измерительного прибора АЭ и владельцем/оператором установки. Положения такого сотрудничества должны быть описаны в письменных процедурах, подлежащих одобрению до начала работ по мониторингу АЭ.

Т-1327 РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА И МОНТАЖ ДАТЧИКА

Источники необходимо располагать с определенной точностью с помощью многоканальной матрицы датчиков, локацией зоны, или того и другого. Согласно соответствующему разделу Норм и правил, требования по монтажу, расположению и отстоянию датчиков определены в соответствующем Приложении.

Т-1330 ОБОРУДОВАНИЕ

Т-1331 Общая информация

Система АЭ состоит из датчиков, предусилителей, усилителей, фильтров, процессоров для обработки сигналов и устройства хранения данных вместе с соединительными кабелями. Также необходим искусственный источник (источники) АЭ и вспомогательное оборудование, такое как входные устройства давления и температуры. Система мониторинга АЭ должна обеспечивать функциональные возможности, показанные на Рис. Т-1331.

Т-1332 Датчики

Датчики должны быть одного из двух общих типов — установленные непосредственно на поверхности компонента, который исследуют, и отделенные от поверхности компонента с помощью соединительных волноводов. Датчики должны иметь акустическую связь с поверхностью компонента с целью мониторинга и расположены по матрицам, которые могут обеспечить определение сигнала АЭ и локацию источника с необходимой точностью. Выбор типа датчика должен основываться на условиях применении; т.е., низкая или высокая температура, атомная энергетика или другая отрасль. Датчик, выбранный для определенных условий применения, необходимо указать в методике, подготовленной для использования. Система датчиков (т.е., датчики, предусилители и соединительные кабели), используемая для определения АЭ, должна ограничивать электромагнитные помехи уровнем, не превышающим 0,7 В в пиковом значении после 90 дБ усиления.

Т-1332.1 Частота ответного сигнала датчиков. Для каждого случая применения выбор частоты ответного сигнала датчика должен основываться на характеристике фонового шума в единицах амплитуды по отношению к частоте. Самое низкое значение частоты, при котором удается избежать помех от фонового шума, должно использоваться для увеличения чувствительности сигналов АЭ и уменьшения затуханияя сигнала.

Т-1332.2 Дифференциальные и настраиваемые датчики. Два вида конструктивных решений датчиков эффективны в решении проблемы преодоления шумовых помех. Один вид датчиков- дифференциальный, он работает на сведение к нулю переходных электрических процессов, которые воздействуют на систему через датчик. Второй является индуктивно настраиваемым датчиком, который работает на создание отклика датчика в пределах выбранной частоты; т.е., индуктивная настройка позволяет различать частоты по обе стороны выбранной частоты ответного сигнала, как показано на Рис. Т-1332.2. Эти конструктивные решения датчиков могут использоваться как отдельно, так и вместе.

Т-1332.3 Установка датчика. Датчик устанавливается на поверхности компонента двумя основными методами. Первый – прикрепление датчика непосредственно к поверхности с помощью клея. Температура и вибрация могут оказать негативное воздействие на крепление датчика к поверхности с целью мониторинга. Также необходимо проверить химический состав клея, чтобы убедиться, что он не наносит вреда поверхности компонента.

РИС. Т-1331 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА – СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА АЭ

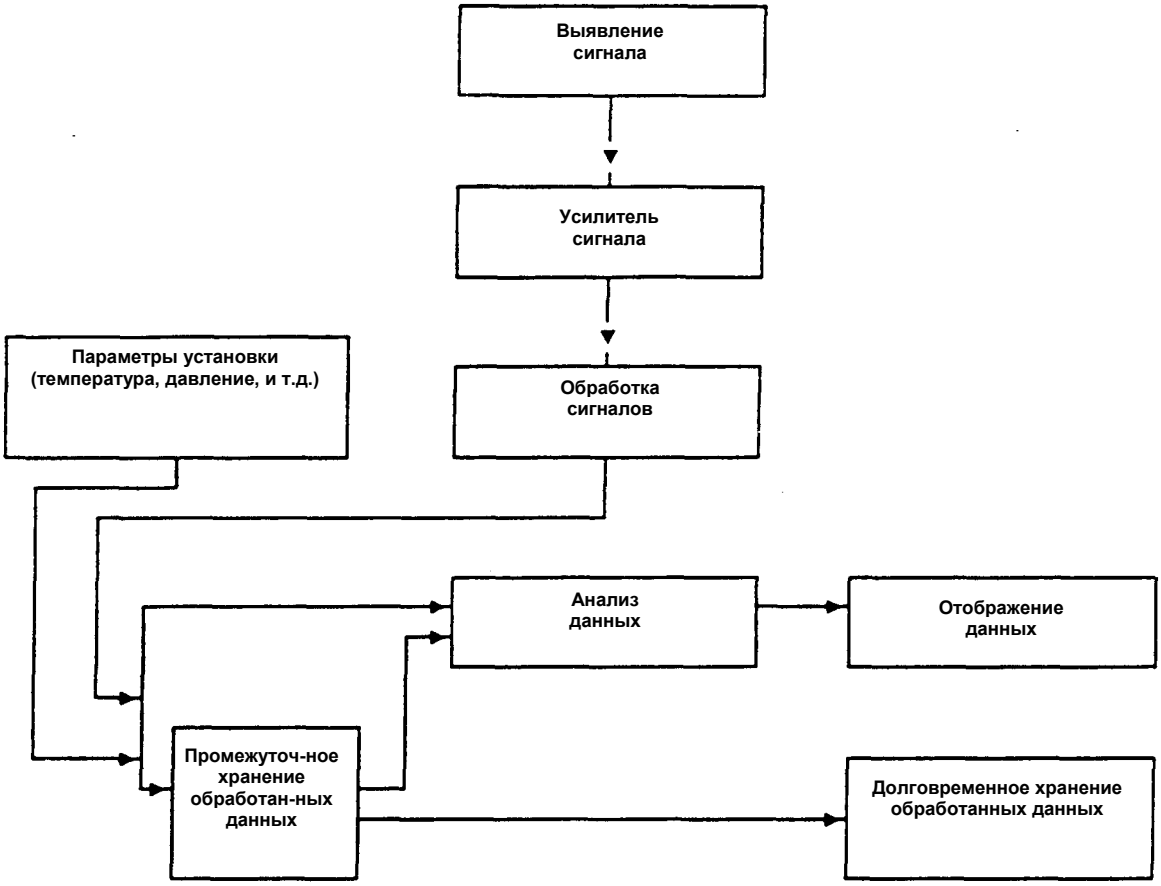


РИС. Т-1332.2 ОТКЛИК ВОЛНОВОГО ДАТЧИКА АЭ ИНДУКТИВНО НАСТРОЕННОГО НА 500 КГЦ



Второй метод установки заключается в прижиме датчика с использованием либо хомута, либо магнитного крепления. Тонкий слой мягкого металла на границе раздела между датчиком и поверхностью часто эффективно обеспечивает акустическую связь с минимальным давлением. В случае с волновыми датчиками концу волновода может быть сделан фасонным для уменьшения усилия, необходимого для поддержания акустической связи.

Т-1333 Сигнальные кабели

Для проведения сигналов АЭ следует использовать коаксиальные кабели от датчиков до контрольно-измерительного прибора (монитора). Если необходимо преодолеть защитный экран или защитную оболочку, вставив в отверстие втулку или пробку для передачи сигналов от датчика к монитору, необходимо предпринять предельные меры предосторожности во избежание чрезмерной потери сигнала или возникновения помех. При использовании коаксиальных (сигнальных) кабелей для передачи постоянного тока к предусилителям/линейным усилителям, они должны быть заделаны с соответствующим волновым сопротивлением.

Т-1334 Усилители

С каждым датчиком необходимо использовать, как минимум, один предусилитель для усиления сигналов АЭ для передачи к контрольно-измерительному прибору. Если требуются длинные сигнальные кабели, то между датчиком и монитором могут понадобиться предусилитель и линейный усилитель.

При большом усилении сигнала, необходимом для определения сигналов АЭ, внутренний шум предусилителей необходимо минимизировать во избежание помех при определении сигналов АЭ. Полоса частот ответного сигнала усилителей должна быть подобрана по виду ответного сигнала, определенному для датчиков АЭ.

Т-1335 Контрольно-измерительный прибор АЭ

Контрольно-измерительный прибор АЭ должен включать в себя постусилитель, узел идентификации сигнала, а также узел обработки сигналов для каждого канала передачи сигнала. Контрольно-измерительный прибор также должен включать дисплей, который будет использоваться по усмотрению оператора для отображения данных АЭ, а также возможность хранения данных, пригодных для долговременного хранения. Узел анализа данных может быть объединен с контрольно-измерительным прибором АЭ или может быть отдельным узлом, который действует на сохраненных данных АЭ.

Постусилитель должен отвечать требованиям Т-1334. Контрольно-измерительный прибор АЭ должен обрабатывать и регистрировать поступающие данные со скоростью минимум 50 хитов/с для всех каналов одновременно на неопределенный период времени и со скоростью минимум 100 хитов/с для всех каналов одновременно за любой период в 15 секунд.

Т-1335.1 Идентификация сигналов АЭ. Необходимо включить в состав узел дискриминации сигналов в реальном времени для обработки поступающих сигналов и определения значимых сигналов АЭ. Узел дискриминации может либо исключить все сигналы, не распознанные как АЭ от распространения трещины, или отметить сигналы, определенные как распространение трещины АЭ, при приеме всех сигналов свыше порога напряжений.

Т-1335.2 Обработка сигналов. Динамический диапазон процессора обработки сигналов должен быть минимум 36 дБ для каждого измеряемого параметра. Управляют процессором обработки сигналов схемы порога напряжений, которые ограничивают полученные данные сигналами, которые превышают порог усиления по напряжению. Порог напряжений должен определяться на основании фонового шума.

Параметры сигналов, подлежащие измерению, должны включать счет хитов АЭ, общее количество хитов сигналов от каждого датчика, максимальную амплитуду сигнала, время от превышения порога до максимального значения сигнала, измеренную площадь под выпрямленной огибающей сигнала (MARSE) в V-сек, и разницу по времени поступления сигналов (δt) на всех датчиках в матрице датчиков, используемой для локации источника АЭ. В дополнение к вышеприведенным характеристикам сигналов АЭ, для каждого сигнала необходимо регистрировать время в часах, дату и значения параметров объекта (внутреннее давление, температура и т.д., которые можно определить как значительные для распространения трещины) с привязкой ко времени определения сигнала. Сектор процессора обработки также должен измерять общий уровень среднеквадратического фонового сигнала для каждого канала датчика с целью определения утечки.

Т-1335.3 Хранение данных. Данные должны храниться долговременно, а также должна быть предусмотрена возможность хранения данных, описанных в Т-1335.2 непрерывно в течении периода от нескольких недель до нескольких месяцев, в зависимости от способа применения. Одним из методов регистрации, который удовлетворительно показал себя при непрерывном мониторинге – записывающее устройство с лентой с информацией в цифровой форме, использующий картриджи с ¼ дюйма (6 мм), 16-полосной лентой с информацией в цифровой форме.

Т-1335.4 Анализ и отображение данных. Узел анализа данных контрольно-измерительного прибора АЭ должен определять расположение источников АЭ, как указано в методике (Т-1350). Точность локации в пределах толщины стенки оболочки под давлением или 5% от минимального расстояния между датчиками (выбирают большее значение) типичны для металлических компонентов.

Функция анализа данных также должна обеспечивать отображение и построение графика избранной информации о АЭ (напр., событий АЭ, АЭ распространение трещины при указанной площади источника, энергии АЭ) в зависимости от параметров системы объекта и от времени для оценки взаимосвязи. Анализ данных также должен обеспечивать непрерывную оценку информации о среднеквадратическом уровне сигнала, выведенном из участка измерения сигнала.

Система контрольно-измерительного прибора АЭ должна обеспечивать средства представления анализируемых данных; это либо компьютерная распечатка, либо распечатка вместе с видеоотображением. Если скорость АЭ от любой матрицы превышает установленную в письменной процедуре скорость, то система должна активировать сигнал предупреждения оператора и определить матрицу датчиков, дающую АЭ с высокой скоростью.

Т-1340 ТРЕБОВАНИЯ

Т-1341 Проверка пригодности оборудования

Приемлемые рабочие характеристики, включая динамический диапазон всего контрольно-измерительного прибора АЭ (без датчиков), должны быть пройти контрольную проверку с помощью электронного генератора сигналов до установки. Синусоидальные импульсные сигналы от генератора сигналов должны подаваться на вход каждого предусилителя для подтверждения, что усиление сигнала, функции обработки данных, скорость обработки данных, а также анализ, отображение и хранение данных отвечают требованиям настоящей Статьи. (ПРИМЕЧАНИЕ: Рабочие характеристики локации источника сигнала АЭ испытываются согласно Т-1362.1.) Систему, при настройке усиления контрольно-измерительного прибора АЭ на эксплуатационном уровне, необходимо оценить с помощью входных сигналов, которые испытают как нижние, так и верхние значения динамического диапазона контрольно-измерительного прибора АЭ. Частоты сигнала должны включать образцы в диапазоне предполагаемого использования.

Т-1342 Квалификационные испытания датчика

Т-1342.1 Чувствительность и частота отклика датчиков. Каждый датчик должен производить минимальный сигнал 0,1 мВ$_{макс}$, относящийся к выходному сигналу датчика при определенной частоте мониторинга при установке на калибровочном образце, и возбужденный струей гелия как описано в SE-976. В Приложениях соответствующие калибровочные образцы определены в зависимости от конкретного применения. Возбуждение гелием должно проводиться с использованием источника гелия 30 фунт на квадратный дюйм (200 кПа), направленного на поверхность калибровочного образца через иглу для подкожных инъекций #18, перпендикулярно поверхности калибровочного образца. Кончик иглы должен находиться на расстоянии 1/8 дюйма (3 мм) от поверхности образца и 1½ дюйма (38 мм) от установленного датчика. Данный процесс также может использоваться для проверки графика ответного сигнала датчика в зависимости от частоты, чтобы гарантировать, что спад отклика с любой из двух сторон определенной частоты мониторинга, является допустимым.

Дополнительная методика определения воспроизводимости отклика датчика АЭ называется методикой «разлома карандашного грифеля» и описана в SE-976.

Т-1342.2 Однородность чувствительности датчиков. Необходимо оценить чувствительность каждого датчика его мониторингом на калибровочном образце так, как он будет смонтирован на компоненте объекта и произвести замер его отклика на энергию, образующуюся при разламывании карандашного грифеля диаметром 0,3 мм и твердостью 2H о поверхность образца в соответствии с SE-976 в точке за 4 дюйма (100 мм) от центра датчика. При данной оценке поможет применение предусилителя 40 дБ с датчиком для образования соответствующего выходного сигнала для точного замера. Максимальный отклик каждого датчика на имитированный сигнал АЭ не должен колебаться более 3 дБ от средней для всех датчиков определенной частоты мониторинга.

Т-1343 Распознавание образов сигналов

Если применяется распознавание образов сигналов АЭ, то для этой функции необходимо провести демонстрационные и квалификационные испытания следующим образом:

(a) Соберите контрольно-измерительный прибор АЭ, включая два типовых датчика, установленных на калибровочном образце с помощью того же метода акустической связи, который будет применяться для мониторинга. Датчики необходимо возбудить по десять раз каждым из нижеприведенных трех методов:

(1) Разломив 0,3 мм, 2H карандашного грифеля о поверхность образца в соответствии с SE-976.

(2) Ударом о поверхность образца стального шарика диаметром ¼ дюйма (6 мм), брошенного с определенной высоты, достаточной для образования отклика датчиками, которые не соединены с контрольно-измерительным прибором АЭ.

(3) Созданием мультициклового (минимум пять циклов) импульсного сигнала в образце с помощью преобразователя и генератора сигналов.

(b) Функция распознавания образов должна определять минимум 8 из 10 сигналов разлома грифеля как сигналы от распространения трещины АЭ и минимум 8 из 10 сигналов каждого другого типа как сигналов, не связанных с распространением трещины.

Т-1344 Ослабление/определение характеристик материала

До установки системы АЭ для мониторинга компонентов объекта необходимо описать ослабление звукового сигнала материала. Это необходимо для определения интервала размещения датчиков с целью эффективного выявления АЭ. Замеры ослабления должны производиться с периодичностью, определенной для мониторинга АЭ и должны включать как поверхностное распространение, так и распространение объемной волны. Замеры ослабления необходимо осуществлять с температурой материала в пределах ±200°F (± 110°C) от предполагаемой температуры во время непосредственного мониторинга компонента.

Т-1345 Фоновый шум

Необходимо определить отклик системы АЭ на фоновый шум. С усилением 90 дБ, отклик уровня сигнала системы АЭ на непрерывный фоновый шум не должен превышать выходного сигнала 1,5 В$_{макс}$. Это должно достигаться ограничением частоты отклика матричной системы датчиков. Уменьшение чувствительности системы не допускается.

Т-1346 Протоколы квалификационных испытаний

Документация по квалификационным испытаниям оборудования должны включать следующее:

(a копию процедуры квалификационных испытаний оборудования

(b) протоколы сертификации персонала

(c) описание оборудования АЭ и оборудования, используемого при квалификационных испытаниях

(d) количественный результат проверки

(e) подпись специалиста III уровня по АЭ, ответственного за квалификационные испытания

(f) дату проверки

Протоколы квалификационных испытаний оборудования должны храниться как часть протоколов проведения мониторинга.

Т-1347 Установка датчика

Т-1347.1 Акустический контакт. Соответствующая акустическая связь между датчиком и поверхностью компонента должна быть проверена после установки датчиков. Это можно осуществить легким простукиванием по поверхности или разломом карандашного грифеля о поверхность компонента при наблюдении выходного сигнала датчика. Руководство по монтажу датчика дано в SE-650 и в Т-1332.3. Использование высверленных и резьбовых отверстий в компоненте обычно не допускается.

Т-1347.2 Шаг матрицы. На компоненте должно быть расположено достаточное количество датчиков в матрице (матрицах) с несколькими источниками для обеспечения определения сигнала АЭ и локации источника. Каждый датчик должен давать выходной сигнал минимум 0,3 $мВ_{макс}$ когда 0,3 мм, 2Н карандашный грифель ломается о поверхность компонента в наиболее отдаленной локации, где предполагается мониторинг датчиком. При использовании алгоритма локации, локация каждого карандашного грифеля должна быть окружено материалом (мастикой или шпатлевкой) для поглощения поверхностных волн. Выступающую часть грифеля 0,1 дюйм (2,5 мм) нужно сломать под углом примерно 30 градусов к поверхности компонента.

Т-1347.3 Функциональная контрольная проверка. Один или более источников звукового сигнала с диапазоном частоты выходного сигнала 100 – 700 кГц необходимо установить в пределах зоны мониторинга каждой матрицы датчиков с целью периодического испытания функциональной целостности датчиков во время мониторинга. Здесь целью является не проведение точной калибровки датчиков, а скорее осуществление качественной проверки чувствительности. Должна быть возможность активировать источник (источники) звукового сигнала с локации контрольно-измерительного прибора АЭ.

Т-1348 Установка сигнального подводящего провода

Коаксиальный кабель и другие подводящие кабели, используемые для подключения датчиков к контрольно-измерительному прибору АЭ должны пройти демонстрационные испытания с целью показать способность выдерживать длительное воздействие неблагоприятной среды, как требуется для проведения мониторинга.

Т-1349 Установка контрольно-измерительного прибора АЭ

Контрольно-измерительный прибор АЭ необходимо располагать в чистом помещении с контролируемыми условиями, пригодном для длительной эксплуатации компьютерных систем. Электронный контрольно-измерительный прибор (предусилители и компоненты контрольно-измерительного прибора АЭ) необходимо располагать в зоне, температура в которой не превышает 125°F (50°C).

Т-1350 ТРЕБОВАНИЯ ПРОЦЕДУРЫ

Мониторинг АЭ должен осуществляться в соответствии с письменной процедурой. Каждая процедура должна включать как минимум нижеприведенную информацию, в зависимости от применения:

(a) компоненты для мониторинга, включая размеры, материалы конструкции, рабочую среду и продолжительность мониторинга

(b) описание системы АЭ, которая будет использоваться и ее возможности в плане функциональных требований для предполагаемого применения

(c) калибровка системы АЭ и требования по пригодности

(d) количество, размещение и требования к мониторингу для датчиков АЭ

(e) периодичность и приемлемые рабочие характеристики во время функциональной проверки системы АЭ (Т-1373.2)

(f) способ записи данных и данные, подлежащие регистрации

(g) анализ, толкование и критерии оценки данных

(h) дополнительные требования по неразрушающему контролю

(i) требования к квалификации/аттестации персонала

(j) требования по составлению отчетов и хранению данных. Описанная ниже процедура не требует большого количества документов, при этом можно использовать предварительно напечатанные формы бланков (методические карты) при условии, что они содержат требуемую информацию.

Т-1351 Эксплуатация системы АЭ

Письменная процедура, описывающая эксплуатацию АЭ, должна быть подготовлена, одобрена компетентным лицом АЭ III уровня, и доведена до персонала, ответственного за эксплуатацию системы АЭ. Каждая процедура должна быть предназначена для определения и учета конкретных требований, связанных с системой объекта или компонента, предназначенных для проведения мониторинга.

Т-1352 Обработка, интерпретация и оценка данных

Письменная процедура по обработке, интерпретации и оценке данных АЭ должна быть подготовлена и одобрена компетентным лицом АЭ III уровня. Эта методика должна быть доведена до персонала, ответственного за эксплуатацию системы АЭ, персонала, ответственного за интерпретацию и оценку данных АЭ, а также представителя владельца системы объекта, которую нужно обследовать. Настоящая процедура должна быть предназначена для определения и учета конкретных требований, связанных с системой объекта или компонента, предназначенных для проведения мониторинга.

Т-1353 Запись и хранение данных

Специальные требования к регистрации, сохранению и хранению данных АЭ и других необходимых данных, должны быть представлены для одобрения представителями владельца системы объекта или операторами. Эти требования необходимо довести до персонала, ответственного за запись и хранение данных.

Т-1360 КАЛИБРОВКА

Т-1361 Датчики

Необходимо замерить частоту отклика каждого канала АЭ датчиками, установленными на оболочке компонента объекта, работающего под давлением. Отклик датчика необходимо измерить при выходном сигнале предусилителя, использующего спектроанализатор. Источником возбуждения должна быть струя гелия, направленная на поверхность компонента от номинального источника 30 фунтов/дюйм^2 (200 кПа) с помощью иглы для подкожных инъекций #18, расположенной перпендикулярно поверхности компонента на расстоянии 1/8 дюйма (3 мм) от поверхности и на расстоянии 1½ дюйма (38 мм) от

смонтированного датчика. Газ не должен сталкиваться с датчиком или волноводом. Максимальный отклик датчика АЭ на возбуждение от струи газа при частоте мониторинга должен быть минимум 0,1 $мВ_{макс}$ по отношению к выходному сигналу датчика. Любой датчик АЭ, показывающий выходной сигнал менее 0,1 $мВ_{макс}$ должен быть, при необходимости, перенесен или заменен для получения требуемой чувствительности.

Дополнительная методика для определения воспроизводимости отклика датчика АЭ называется методикой «разлом карандашного грифеля» и описана в SE-976.

Т-1362 Полная система контрольно-измерительного прибора АЭ

Т-1362.1 Определение и локация источника. Необходимо измерить точность определения сигнала и локации источника для каждой матрицы датчиков с помощью имитированных сигналов АЭ, наведенных на поверхность компонента не менее чем в 10 предварительно выбранных точках в пределах поля матричного мониторинга. Данные имитированные сигналы АЭ должны вырабатываться разломом 2Н карандашного грифеля (диаметром 0,3 или 0,5 мм) о поверхность компонента в предварительно определенных точках. Карандашные грифели необходимо ломать под углом примерно 30 градусов к поверхности с использованием выступающего конца карандашного грифеля в 0,1 дюйм (2,5 мм) (см. SE-976). Место разлома каждого карандашного грифеля должно быть окружено материалом (мастикой или шпаклевки) для поглощения поверхностных волн. Точность локаций в пределах толщины одной стенки в месте расположения источника АЭ или 5% минимального интервала расположения матрицы датчиков (берется большее значение) – типовая.

Т-1362.2 Функциональная контрольная проверка. Отклик системы АЭ на источник звукового сигнала, описанный в Т-1347.3, необходимо измерить и зарегистрировать для справки во время дальнейших проверок системы АЭ.

Т-1363 Периодичность калибровок

Установленная система контрольно-измерительного прибора АЭ должна проходить повторную калибровку в соответствии с Т-1360 в конце каждого эксплуатационного цикла объекта. Более подробную информацию см. в Приложениях, описывающих требования для каждого способа применения контрольно-измерительного прибора АЭ.

Т-1364 Протоколы калибровки

Документальное подтверждение калибровки установленной системы должно включать следующее:

(a) копию процедуры калибровки

(b) протоколы сертификации персонала

(c) описание оборудования АЭ и оборудования, используемого при квалификационных испытаниях

(d) количественные результаты калибровки

(e) подпись лица, ответственного за проведение калибровки

(f) дату (даты) калибровки (калибровок)

Сохранение записей калибровки должны быть в соответствии с Т-1393.

Т-1370 ОБСЛЕДОВАНИЕ

Система мониторинга АЭ должна отвечать требованиям одобренных процедур (Т-1350), которые были приняты владельцем/оператором объекта.

Т-1371 Персонал

Систему АЭ для стандартного сбора и интерпретации данных может эксплуатировать компетентное лицо, не обязательно специализирующееся в области АЭ, которое прошло обучение и, как минимум, имеет ограниченный сертификат АЭ II уровня. Однако эксплуатация системы АЭ и интерпретация данных должны проходить контрольную проверку специалистом, сертифицированным на АЭ III уровня с интервалом раз в месяц или меньше, если происходит сбой системы или если происходит резкое изменение скорости сбора данных АЭ.

Т-1372 Запуск объекта

Во время запуска объекта, необходимо проводить оценку информации по скорости АЭ и локации источника минимум раз за смену для выявления распространения трещины. Также необходимо проводить оценку среднеквадратического уровня сигнала на предмет показаний утечек через оболочку под давлением.

Т-1373 Установившийся режим работы объекта

Т-1373.1 Периодичность оценки данных Оценку данных АЭ необходимо проводить минимум раз в неделю во время нормальной эксплуатации объекта. Когда скорость работы АЭ одного или более датчиков длительное время сохраняется постоянной, или когда происходит последовательное скопление сигналов АЭ, принимаемых анализатором распознавания сигналов, и которые скапливаются в одной локации источника АЭ, то сигналы концентрируются в пределах диаметра в три толщины стенки компонента или 10% от минимального интервала расположения датчиков в матрице (берется большее значение). Также см. Приложения II и III.

Т-1373.2 Функциональная проверка системы АЭ. Необходимо периодически проводить оценку отклика системы АЭ на установленный источник звукового сигнала, как указано в процедуре. Ухудшение чувствительности, превышающее 4 дБ для любого канала необходимо зарегистрировать, при этом такой компонент необходимо заменить при первой возможности.

T-1374 Компонент ядерного объекта

Специальные и дополнительные требования по обследованию компонентов ядерных объектов приведены в Приложении I.

T-1375 Металлические компоненты, не относящиеся к ядерным объектам

Специальные и дополнительные требования по обследованию металлических компонентов, не относящихся к атомным ядерным объектам, приведены в Приложении II.

T-1376 Неметаллические компоненты

Специальные и дополнительные требования по обследованию неметаллических компонентов приведены в Приложении III.

T-1377 Мониторинг ограниченной зоны

Специальные и дополнительные требования по обследованию мониторинга ограниченной зоны приведены в Приложении IV.

T-1378 Использование в неблагоприятной среде

Специальные и дополнительные требования по обследованию использования в неблагоприятной среде приведены в Приложении V.

T-1379 Использование при обнаружении течи

Специальные и дополнительные требования по обследованию использования при обнаружении течи приведены в Приложении VI.

T-1380 ОЦЕНКА/РЕЗУЛЬТАТЫ

T-1381 Обработка, интерпретация и оценка данных

Обработка, интерпретация и оценка данных должны соответствовать письменной процедуре (T-1350) для данного отдельного способа применения и соответствующим Обязательным приложениям. Методология и критерии значительно меняются в зависимости от способа применения.

T-1382 Требования по данным

Необходимо получить и зарегистрировать нижеприведенные данные:

(a) счет событий АЭ в зависимости от времени для каждой матрицы мониторинга

(b) локацию источника и/или зоны АЭ для всех принимаемых звуковых сигналов

(c) коэффициент хита АЭ для каждого кластера локации источника АЭ

(d) значимый параметр сигнала (сигналов) АЭ в отношении ко времени для каждого канала данных

(e) наблюдаемое расположение, дата и период времени мониторинга

(f) сертификаты персонала, осуществляющего анализ

Кроме того, протоколы данных должны включать любую другую информацию, необходимую по применяемой процедуре (T-1350).

T-1390 ОТЧЕТЫ/ПРОТОКОЛЫ

T-1391 Отчеты для владельца/оператора системы объекта

T-1391.1 Необходимо ежемесячно готовить краткий отчет по результатам мониторинга АЭ. Это должен быть краткий, лаконичный отчет для руководства.

T-1391.2 Требования по отчету в случае нестандартных показаний АЭ должны быть определены владельцем/оператором системы объекта и указаны в процедуре (T-1350).

T-1391.3 Краткий отчет по взаимосвязи данных по мониторингу с критериями оценки должны быть предоставлены владельцу/оператору системы объекта.

T-1391.4 По завершении каждого длительного этапа мониторинга необходимо готовить полный отчет. Данный отчет должен включать:

(a) полное обозначение системы/компонента объекта, подлежащий мониторингу, включая тип (типы) материалов, метод (методы) изготовления, название изготовителя (изготовителей), а также номер (номера) сертификатов

(b) схема или чертежа изготовителя с замерами компонентов и локациями датчиков

(c) условия работы системы объекта, включая флюид под давлением, температуру, уровень давления и т.д.

(d) внешние условия при мониторинге АЭ, включая температуру, излучение и агрессивные пары, если имеются, доступность датчика, уровень фонового шума и используемые отверстия в защитных барьерах, если имеются

(e) схема или чертеж изготовителя, отражающее расположение любой зоны, в которой отклик АЭ превышает критерии оценки

(f) любые нестандартные события или наблюдения во время мониторинга

(g) график мониторинга, включая длительность любого вынужденного простоя системы АЭ в этот период времени

(h) ФИО и квалификация операторов оборудования АЭ

(i) полное описание контрольно-измерительного прибора АЭ, включая название изготовителя, номер модели, типы датчиков, установки оборудования, данные по калибровке и т.д.

T-1392 Протоколы

T-1392.1 Административные протоколы. Административные протоколы для каждого случая применения мониторинга АЭ должны включать используемые план (планы) испытаний, процедуру (процедуры), инструкцию по эксплуатации, критерии оценки и другую соответствующую информацию, в зависимости от способа применения.

T-1392.2 Данные по квалификационными испытаниям и калибровке оборудования. Необходимо сохранить данные по квалификационных испытаний и протоколы калибровки до установки и после установки системы АЭ, включая данные по ослаблению сигнала и контрольные проверки работы системы АЭ. Распоряжение данными протоколами, следующими за повторной калибровкой системы АЭ, должно определяться владельцем/оператором системы объекта.

T-1392.3 Необработанные и обработанные данные АЭ. Протоколы необработанных данных необходимо сохранять до тех пор, пока показания АЭ не будут подтверждены независимым образом . Срок хранения для протоколов обработанных данных должен быть указан в методике (T-1350).

T-1393 Требования по хранению записей

Все протоколы АЭ необходимо хранить согласно требованиям соответствующего раздела Норма и правил и процедуры (T-1350).

СТАТЬЯ 13
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I
КОМПОНЕНТЫ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

I-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем Приложении определены дополнительные требования для непрерывного мониторинга АЭ металлических компонентов в системах ядерных объектов. Требования Приложения V — Применение в неблагоприятной среде – также должны применяться к непрерывному мониторингу систем ядерных установок АЭ.

I-1320 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕРМИНЫ НАСТОЯЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Определения специальных терминов настоящего Приложения см. в Приложении VII.

I-1330 КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

I-1331 Предусилители

Внутренние электронные помехи предусилителей не должны превышать 7 мкВ среднеквадратического значения, отнесенного к входному сигналу с контактами ввода 50 Ом. Полоса частотного отклика амплитуды должна соответствовать кривой отклика, определенной для датчиков АЭ.

I-1332 Система текущего контроля

Приемлемые рабочие характеристики, включая динамический диапазон всего контрольно-измерительного прибора АЭ (без датчиков) до установки должны быть подтверждены с помощью электронного генератора сигналов. Синусоидальные импульсные сигналы от генератора сигналов должны подаваться в каждый предусилитель для подтверждения того, что усиление сигнала; функции обработки данных; скорость обработки данных; а также анализ, отображение и хранение данных соответствует требованиям настоящей статьи. (ПРИМЕЧАНИЕ: Расположение источника сигнала АЭ проверяется согласно T-1362.1.) Оценку системы следует проводить с помощью входящих сигналов с амплитудой размаха сигнала 0,5 и 10,0 мВ; продолжительностью 0,5 и 3,0 мс; частотой 100 кГц и 1,0 МГц от генератора сигналов.

I-1340 ДАТЧИКИ

I-1341 Тип датчика

Датчики АЭ должны выдерживать окружающие условия эксплуатации (т.е., температуру, влажность, вибрацию и радиацию) в течении двух лет. Дополнительные требования см. в T-1332 и Приложении V, пар. V-1320. При мониторинге компонентов ядерных объектов, в дополнение к высокой температуре [≈600°F (320°C) в большинстве расположений], поверхность компонента может также подвергаться гамма и нейтронному излучению. Принимая во внимание нейтронное излучение, необходимо использовать датчики АЭ термостойкие, волноводного типа, описанные в Приложении V для защиты критических компонентов датчиков (пьезоэлектрического кристалла и соответствующих предусилителей) от нейтронного излучения.

I-1342 Частотная характеристика

Полоса частотной характеристики комбинации датчик/усилитель должна быть ограничена во избежание наложения фонового шума, который вызван потоком охлаждающей жидкости. Параметры фонового шума в местах мониторинга должны быть определены в пересчете на зависимость эффективности от частоты до выбора датчиков АЭ для использования. Данную информацию необходимо использовать для выбора соответствующей ширины полосы пропускания частоты для мониторинга АЭ. Частотная характеристика, снизившаяся ниже минимального соотношения определенной частоты мониторинга, должна быть минимум 15 дБ на 100 кГц, ее можно получить настройкой при помощи переменной катушки индуктивности комбинации датчик/предусилитель. Верхние деления шкалы полосы частотной характеристики должны снижаться более чем на 1 МГц при минимальном соотношении 15 дБ на октаву, чтобы способствовать снижению шума усилителя. Эти замеры необходимо произвести с помощью метода гелиевой струю, описанной в T-1342.1 и T-1361.

I-1343 Обработка сигнала

Порог всех каналов датчиков должен быть установлен на 0,5 – 1,0 $В_{макс}$ выше уровня фонового шума каналов датчиков, а все каналы также должны быть установлены на том же уровне.

I-1350 КАЛИБРОВКА

I-1351 Калибровочный образец

Калибровочный образец, используемый при квалификационных испытаниях датчиков АЭ, должен представлять собой стальной параллелепипед с минимальными размерами 4 x 12 x 12 дюйм (100 x 300 x 300 мм) с датчиком, установленным центре основной передней поверхности с использованием техники акустического контакта при оперативном мониторинге.

I-1352 Периодичность калибровок

Необходимо проводить повторную калибровку установленной системы контрольно-измерительного прибора АЭ в соответствии с Т-1360 во время каждой дозаправки или простоя вследствие технического обслуживания, но не чаще чем раз в 24 месяца

I-1360 ОЦЕНКА/РЕЗУЛЬТАТЫ

(a) Процедура мониторинга (Т-1350) должна определять критерии приемки для скорости роста трещины.

(b Данные АЭ необходимо оценивать на основании скорости АЭ, являющейся производной от сигналов, полученных от функции идентификации сигналов и отождествленных со конкретной зоной оболочки под давлением.

(c) Необходимо проанализировать данные для выявления увеличения скорости АЭ, которая является показателем ускорения роста трещины.

(d) Необходимо оценить количественную скорость роста трещины с помощью соотношения:

$$\frac{da}{dt} = 290\left(\frac{dN}{dt}\right)^{0.53}$$

где,

da/dt = скорость роста трещины в микродюймах/секундах

dN/dt = скорость АЭ [АЭ как определено в I-1360(b)] событий/секунду

(e) Если предполагаемая скорость роста трещины превышает критерии приемки, то зону трещины необходимо обследовать с помощью других методов неразрушающего контроля при первой возможности.

ПРИЛОЖЕНИЕ II МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ, НЕ ОТНОСЯЩИЕСЯ К ЯДЕРНЫМ ОБЪЕКТАМ

II-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем приложении указаны дополнительные требования по непрерывному мониторингу АЭ для металлических компонентов, не относящимихя к ядерным объектам. Главной целью является проведение мониторинга/выявление источников (АЭ) акустической эмиссии, вызванных поверхностными и внутренними нарушениями сплошности в стенке сосуда, швах и готовых к сборке деталей конструкции и компонентов.

II-1320 ОБОРУДОВАНИЕ/ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ

II-1321 Отклик датчика

Датчики акустической эмиссии должны иметь резонансный отклик между 100 кГц и 400 кГц. Минимальная чувствительность должна составлять 85 дБ относительно 1 вольта/микробар, определенного ультразвуковой дефектоскопией поверхность к поверхности. Колебания частотной характеристики датчиков не должны превышать максимальный отклик более чем на 4 дБ. Максимальная чувствительность датчиков акустической эмиссии при ультразвуковой дефектоскопии поверхность к поверхности (или аналогичной) не должна отклоняться более чем на 3 дБ от показаний датчиков, когда они были новыми.

II-1322 Контактная среда

Контактная среда должна обеспечивать надежный акустический контакт на всем протяжении испытания.

II-1323 Предусилитель

Предусилитель необходимо располагать в пределах 6 футов (1,8 м) от датчика, а дифференциальный предусилитель должен иметь ослабление синфазных сигналов в 40 дБ. Частотная характеристика не должна отклоняться более чем на 3 дБ от рабочего диапазона частот датчиков после присоединения. Фильтры должны быть полосовой или высокочастотный, и должен обеспечивать минимум ослабления синфазных сигналов 24 дБ.

II-1324 Сигнальный кабель

Силовой сигнальный кабель должен иметь экран от электромагнитных помех. Потери сигнала должны быть менее 1 дБ на фут длины кабеля. Рекомендуемая минимальная длина кабеля – 500 футов (150 м).

II-1325 Источник питания

Необходимо использовать стабильный, заземленный источник питания.

II-1326 Основной усилитель

Коэффициент усиления основного усилителя должен быть в пределах 3 дБ в диапазоне 40°F-125°F (5°C-50°C).

II-1327 Центральный процессор

Центральный процессор (процессоры) должны иметь схемы обработки данных датчика. Схемы центрального процессора должны быть способны обрабатывать хити, одиночные импульсы, максимальные амплитуды, а также MARSE (площадь, измеренная под огибающей выпрямленного сигнала) каждого канала, и производить замеры:

(a) Пороговой величины. Контрольно-измерительный прибор АЭ должен контролировать пороговые величины с точностью в пределах ±1 дБ от своего полезного диапазона.

(b) Счет. Схема счета АЭ должна определять одиночные импульсы выше установленного порога с точностью ±5%.

(c) Хиты. Контрольно-измерительный прибор АЭ должен замерять, записывать и отображать суммарно минимум 20 хитов в секунду для всех каналов.

(d) Максимальная амплитуда. Схема АЭ должна замерять максимальную амплитуду с точностью ±2 дБ. Применяемый динамический диапазон должен быть минимум 60 дБ с разрешением 1 дБ в используемой полосе пропускания частот. При определении максимального значения допускаемое отклонение составляет не более 2 дБ в заданном температурном диапазоне. Значения амплитуды должны указываться в дБ и должно быть связано с выходным сигналом системы с фиксированным коэффициентом усиления (датчика или предусилителя).

(e) Энергия. Схема АЭ должна производить замер MARSE с точностью ±5%. Используемый динамический диапазон для энергии должен быть минимум 40 дБ.

(f) Параметрическое напряжение. Если измеряется параметрическое напряжение, то оно должно измеряться с точностью ±2% предела измерений.

II-1330 ДАТЧИКИ

II-1331 Установка/промежуток между датчиками

Расположение и интервал между датчиками должны выбираться на основании характеристики затухания с сосудом, наполненным испытательной жидкостью и искусственным источником АЭ. Раздел V, Статья 12, Необязательных приложений содержит сведения о размещении датчиков на сосуде. Необходимо учесть возможное затухание вследствие влияния сварных швов.

II-1332 Интервал датчиков при установке многоканального источника

Датчики необходимо располагать таким образом, чтобы разлом грифеля в любом месте в пределах обследуемой зоны можно было выявить минимальным количеством датчиков, необходимых для алгоритма локации многоканального источника с замеренной амплитудой, определенной соответствующим разделом Норм и правил. Точность локации должна быть максимально в пределах 2 толщин стенки или 5% расстояния между датчиками, выбирается большее значение.

II-1333 Интервал между датчиками при зональной локации

Когда применяется зональная локация, датчики должны быть расположены таким образом, чтобы разлом грифеля в любом месте расположения в пределах обследуемой зоны можно было выявить минимум одним датчиком с замеренной амплитудой, значение которой не меньше определенной в соответствующем разделе Норм и правил. Максимальный интервал между датчиками должен быть не более половины порогового расстояния. Пороговое расстояние – это расстояние от датчика, на котором разлом карандашного грифеля на сосуде дает замеренную амплитуду, равную оценочному порогу.

II-1340 КАЛИБРОВКА

II-1341 Калибровка, проводимая изготовителем

Закупленные компоненты системы АЭ должны иметь паспорт завода-изготовителя с указанием рабочих технических характеристик и допусков.

II-1342 Ежегодная калибровка

Полная калибровка контрольно-измерительного прибора должна проводиться ежегодно в соответствии с руководством, предоставленным изготовителем, с помощью калибровочных контрольно-измерительных приборов, отвечающих требованиям признанного национального стандарта.

ТАБЛИЦА II-1351
ПРИМЕР КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ
ДЛЯ ЗОНАЛЬНОЙ ЛОКАЦИИ

	Сосуды под давлением (отличающиеся от первого гидравлического испытания) , где используется зональное расположение
Эмиссии во время удержания	Не больше *E* хитов вне пределов времени *T*
Скорость одиночных импульсов	Менее *N* одиночных импульсов на датчик для установленного увеличения нагрузки
Количество хитов	Не больше *E* хитов свыше установленной амплитуды
Широкая амплитуда	Не более *E* хитов свыше установленной амплитуды
MARSE или амплитуда	MARSE или амплитуды не увеличиваются с увеличением нагрузки
Активность	Активность не увеличивается с увеличением нагрузки
Оценочный порог, дБ	50 дБ

II-1343 Проверка работоспособности системы

До начала проведения мониторинга контрольно-измерительный прибор АЭ необходимо проверить вводом имитированного сигнала АЭ в каждое вводное устройство основного усилителя. Устройство, вырабатывающее имитированный сигнал, должно вводить синусоидальный импульсный сигнал с измеряемой амплитудой, длительностью и несущей частотой. Калибровка системы на месте должна подтвердить работоспособность системы в части порога срабатывания, счета, MARSE и максимальной амплитуды. Калибровочные значения должны быть в пределах диапазона, определенного в 11-1327.

11-1344 Контрольная проверка работоспособности системы

Контрольную проверку акустического контакта датчиков и непрерывности схемы необходимо произвести сразу после монтажа датчиков и подключения системы, а затем снова после испытания. Отклик с максимальной амплитудой каждого датчика на повторяемый имитируемый источник АЭ на определенном расстоянии от датчика необходимо получить до и после мониторинга. Замеренная максимальная амплитуда не должна отклоняться более чем на ±4 дБ от среднего значения для всех датчиков. Любой канал, который не пройдет эту проверку, надо починить или заменить, по мере необходимости. В процедуре указывается периодичность проверки работоспособности системы.

II-1350 ОЦЕНКА

II-1351 Критерии оценки — Зональная локация

Для оценки показаний необходимо использовать все данные от всех датчиков. Критерии АЭ, приведенные в Таблице 11-1351, являются отдельным основанием для оценки значимости показаний АЭ. Эти критерии основаны на определенной комбинации условий мониторинга АЭ. Критерии, используемые для каждого конкретного случая применения, должны быть выбраны согласно соответствующему разделу Норм и правил и процедуре АЭ (см. T-1350).

ТАБЛИЦА II-1352
ПРИМЕР КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДЛЯ ЛОКАЦИИ НЕСКОЛЬКИХ ИСТОЧНИКОВ

	Сосуды под давлением (кроме первого гидравлического испытания), где используется локация нескольких источников
Эмиссии во время удержания	Не более *E* хитов от узла вне пределов времени *T*
Скорость одиночных импульсов	Менее *N* одиночных импульсов от узла для установленного увеличения нагрузки
Количество хитов	Не более *E* хитов от узла свыше установленной амплитуды
Большая амплитуда	Не более *E* хитов от узла свыше установленной амплитуды
MARSE или амплитуда	MARSE или амплитуды от узла не должны увеличивается с увеличением нагрузки
Активность	Активность от узла не увеличивается с увеличением нагрузки
Оценочный порог, дБ	50 дБ или согласно процедуре

II-1352 Критерии оценки — Локация нескольких источников

Для оценки показаний необходимо использовать все данные от всех датчиков. Критерии АЭ, приведенные в Таблице 11-1352, являются отдельным основанием для оценки значимости показаний АЭ. Эти критерии основаны на определенной комбинации условий мониторинга АЭ. Критерии, используемые для каждого конкретного случая применения, должны быть выбраны согласно соответствующему разделу Норм и правил и процедуре АЭ (см. T-1350).

ПРИЛОЖЕНИЕ III НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

III-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем Приложении приведены дополнительные требования для непрерывного мониторинга неметаллических (пластиковых, армированных волокном, ПАВ) компонентов.

III-1320 ПРЕДПОСЫЛКА

Неметаллические (ПАВ) компоненты, такие как сосуды под давлением, резервуары для хранения и трубопроводы, обычно используются при относительно низкой температуре. Вследствие сильного затухания и анизотропии материала, методология АЭ показала себя более эффективно, чем другие методы неразрушающего контроля.

III-1321 Справочная литература

(a) Сосуды под давлением. Раздел V, статья 11 – Обследование акустической эмиссией резервуаров/сосудов из стекловолокна (*Pressure Vessels.* Section V, Article 11 — Acoustic Emission Examination of Fiberglass Tanks/Vessels)

(b) Резервуары низкого давления. Раздел V, статья 11 – Обследование акустической эмиссией сосудов из стекловолокна, рекомендуемая ASNT/ CARP методика ASTM E 1067. Обследование акустической эмиссией резервуаров/сосудов из армированной термоусадочной резины. *(Atmospheric Tanks.* Section V, Article 11 — Acoustic Emission Examination of Fiberglass Vessels, ASNT/ CARP Recommended Practice ASTM E 1067: Acoustic Emission Examination of Fiberglass Reinforced Plastic Resin Tanks/Vessels)

(c) Трубопроводы. ASTM E 1118 – Стандартная методика обследования акустической эмиссией труб из армированной термоусадочной резины (RTRP) *(Piping.* ASTM E 1118 — Standard Practice for Acoustic Emission Examination of Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP)

III-1330 АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ

Сильное затухание и анизотропия материала – факторы, определяющие выбор частоты датчика, точности локации источника и интервала между датчиками.

III-1331 Частота датчиков

Датчики, используемые для мониторинга оборудования из ПАВ, должны иметь резонансную частоту в частотном диапазоне 20-200 кГц.

III-1332 Точность локации источника

III-1332.1 Методики точного определения локации источников должны использоваться при мониторинге сосудов из ПАВ, когда требуется высокая точность. В этих случаях необходимо предпринимать специальные меры для предотвращения непредсказуемых колебаний скорости звука в материале. Интервал между датчиками должен быть не более 20 дюймов (500 мм).

III-1332.2 При использовании методики зональной локации для получения пригодных данных по локации требуется, чтобы сигнал АЭ попал только в один датчик. Можно использовать интервал между датчиками 5 футов-20 футов (1,5 м-6,0 м) для охвата больших площадей или всего сосуда.

III-1340 КАЛИБРОВКА

III-1341

Калибровка контрольно-измерительного прибора, осуществляемая изготовителем, должна проводиться ежегодно. Контрольно-измерительный прибор, используемый для калибровки, должен иметь ссылки на Национальный институт стандартов и технологий США (NIST).

III-1342

Периодическая калибровка в условиях эксплуатации должна осуществляться с помощью генератора сигналов АЭ для подтверждения работоспособности процессора сигналов

III-1343

Необходимо периодически осуществлять контрольные проверки работоспособности системы по методикам разлома грифеля Су-Нильсена и/или газовой струи (T-1362.2) для проверки всех компонентов, включая контактную среду, датчик, процессор сигналов и дисплей.

III-1344

Порог для низкой амплитуды (LAT) необходимо определить с помощью листа из чистого свинца, размером 4 футов на 6 футов на ½ дюйма (1,2 м x 1,8 м x 13 мм) 99%. Лист необходимо подвесить на расстоянии от пола. Порог LAT определяется как средняя замеренная амплитуда десяти событий, созданных разломом карандашного грифеля 0,3 мм (2H) на расстоянии 4 футов 3 дюймов (1,3 м) от датчика. Все разломы грифеля необходимо производить под углом примерно 30 градусов к поверхности, грифель должен выступать на 0,1 дюйм (2,5 мм). Датчик необходимо установить на расстоянии 6 дюймов (150 мм) от стороны в 4 фута (1,2 м) и посередине расстояния между сторонами в 6 футов (1,8 м).

III-1345

Порог для высокой амплитуды (HAT) необходимо определить с помощью балки из чистой низкоуглеродистой стали, размером 10 футов на 2 дюйма на 12 дюймов (3,0 м x 50 мм x 300 мм). С каждого конца балка должен опираться на эластомерные или аналогичные изолирующие прокладки. Порог HAT определяется как средняя амплитуда, замеренная в десяти случаях разлома карандашного грифеля 0,3 мм (2H) на расстоянии 7 футов (2,1 м) от датчика. Все разломы грифеля необходимо производить под углом примерно 30 градусов к поверхности с выступом грифеля 0,1 дюйма (2,5 мм). Датчик необходимо установить на расстоянии 12 дюймов (300 мм) от конца балки на стороне с шириной 2 дюйма (50 мм).

III-1350 ОЦЕНКА/РЕЗУЛЬТАТЫ

III-1351 Критерии оценки

Процедура мониторинга (T-1350) должна задавать критерии приемки.

III-1351.1 Активность АЭ свыше определенных уровней, является показателем того, что существует дефект.

III-1351.2 Отношение фелисити от последующих напряжений до определенного уровня может являться показателем количества предыдущих повреждений.

III-1351.3 Активность эмиссии во время контактной нагрузки указывает, что разрушение наступает с растущей скоростью.

III-1352 Механизм источника

III-1352.1 Растрескивание основного материала, разрыхление стекловолокна и образование волосяных трещин на основном материале характеризуются многочисленными сигналами акустической эмиссии с низкой амплитуды. Образование трещин на основном материале, а также разрыхление стекловолокна – обычно первые показатели разрушения. Обычно растрескивание основного материала является показателем коррозии или чрезмерного термического напряжения.

III-1352.2 Расслоение характеризуется высоким уровнем сигнала, активностью АЭ со средней амплитудой. Этот тип разрушения обычно обнаруживается на стыках с второстепенными связями.

III-1352.4 Активность АЭ с высокой амплитудой (свыше порога высокой амплитуды) связана с повреждением стекловолокна и является показателем значительного повреждения конструкции.

ПРИЛОЖЕНИЕ IV МОНИТОРИНГ ОГРАНИЧЕННОЙ ЗОНЫ

IV-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем Приложении приведены дополнительные требования для случаев, включающих мониторинг ограниченной зоны, где одной из целей является постоянное ограничение зоны или объема компонента или оболочки под давлением, которая обследуется с помощью АЭ. Обычные причины ограничения зоны мониторинга: (a) наблюдение за поведением известной трещины в определенном месте; (b) ограничение отклика АЭ на сигналы, исходящие от определенных зон или объемов оболочек под давлением (напр., ограничение зоны мониторинга посредством АЭ до одного или более сварных швов при присоединении патрубка к сосуду, мониторинг конкретных конструкционных сварных швов и т.д.); (c) ограничение обследования АЭ зонами, склонными к разрушению в результате усталости, коррозии и т.д.; или (d) улучшение соотношения сигнал-помеха.

IV-1320 ТЕРМИНЫ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ НАСТОЯЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Определения терминов, характерных для настоящего Приложения см. в Приложении VII.

IV-1330 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

IV-1331 Методики

Мониторинг ограниченной зоны выполняется путем установки датчиков внутри или вокруг нужной зоны. Сигналы, идущие извне нужной зоны, исключаются из анализа с помощью таких методов, как триангуляция, амплитудная дискриминация, выявление совпадений или последовательности поступления сигналов.

IV-1332 Методика защитного датчика

В одной общей методике последовательности поступления сигнала применяются защитные датчики для ограничения интересующей зоны. Методика защитного датчика заключается в размещении дополнительных датчиков за пределы интересующей зоны дальше, чем датчики определения. Сигналы, поступающие на защитный датчик прежде, чем на любые датчики определения, отвергаются. Сигналы, поступающие из интересующей зоны, поступают на датчики определения прежде, чем на любой защитный датчик и принимаются системой сбора данных и анализа.

IV-1333 Другие методики

Вышеприведенные описания методик мониторинга ограниченной зоны не запрещают использование других методик с целью выполнения данной задачи.

IV-1340 ТРЕБОВАНИЯ

IV-1341 Процедура

Если предполагается мониторинг ограниченной зоны, то применяемый для выполнения этой задачи метод должен быть описан в процедуре (Т-1350). Может использоваться любой метод или комбинация методов для проведения мониторинга ограниченной зоны, при условии что метод (методы) описаны в прилагаемой методике

IV-1342 Датчики с резервированием

При необходимости могут использоваться датчики с резервированием для обеспечения дополнительной гарантии, что неисправность единственного датчика не помешает непрерывной эксплуатации системы АЭ в течении всего установленного периода мониторинга.

IV-1343 Калибровка системы

Во время калибровки системы, проводимой в соответствии с Т-1362, эффективность метода (методов) мониторинга ограниченной зоны необходимо продемонстрировать введением искусственных сигналов АЭ как изнутри, так и снаружи интересующей зоны. Система АЭ должна принимать минимум 90% сигналов, которые вырабатываются внутри интересующей зоны, а также отклонять минимум 90% сигналов, которые вырабатываются вне интересующей зоны. Подобную селекцию сигналов можно осуществить с помощью любого из вышеприведенных методов, как указано в методике (Т-1350).

IV-1350 ОЦЕНКА/РЕЗУЛЬТАТЫ

Обработку и анализ данных необходимо осуществлять согласно целям мониторинга ограниченной зоны. Необходимо предпринять меры предосторожности для подтверждения того, что сигналы, вырабатываемые внутри интересующей зоны, не спутаны с сигналами, вырабатываемыми вне интересующей зоны. Также необходимо внимательно проверить, не повлиял ли на работоспособность системы при мониторинге интересующей зоны излишний уровень помех, идущих извне интересующей зоны.

IV-1360 ОТЧЕТЫ/ПРОТОКОЛЫ

Все отчеты по данным, полученным при мониторинге ограниченной зоны, должны точно и однозначно определять эффективную интересующую площадь.

ПРИЛОЖЕНИЕ V ПРИМЕНЕНИЕ В НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ СРЕДЕ

V-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем Приложении приведены дополнительные требования для непрерывного мониторинга АЭ компонентов под давлением во время эксплуатации при высоких температурах и других неблагоприятных условиях. Упомянутая в настоящем документе высокая температура означает любой способ применение, где температура контролируемой поверхности превышает 300°F (150°C), что является обычным верхним пределом температуры для большинства датчиков АЭ общего назначения. Другие неблагоприятные воздействия внешней среды включают коррозионную среду, высокую насыщенность паром, ядерное излучение и т.д.

V-1320 ДАТЧИКИ

При применении в условиях высокой температуры, необходимо использовать специальные высокотемпературные датчики. Существуют два основных типа датчиков для подобных случаев. Смонтированные на поверхности датчики, рассчитанные на высокие температуры и датчики с волноводом, в которых пьезоэлектрические элемент датчика выведен из условий высоких температур посредством применения соединительного волновода. Тонкий слой мягкого металла между датчиком и поверхностью компонента доказал свою эффективность в снижении давления на границе раздела для получения соответствующей акустической связи.

V-1321 Датчики, смонтированные на поверхности

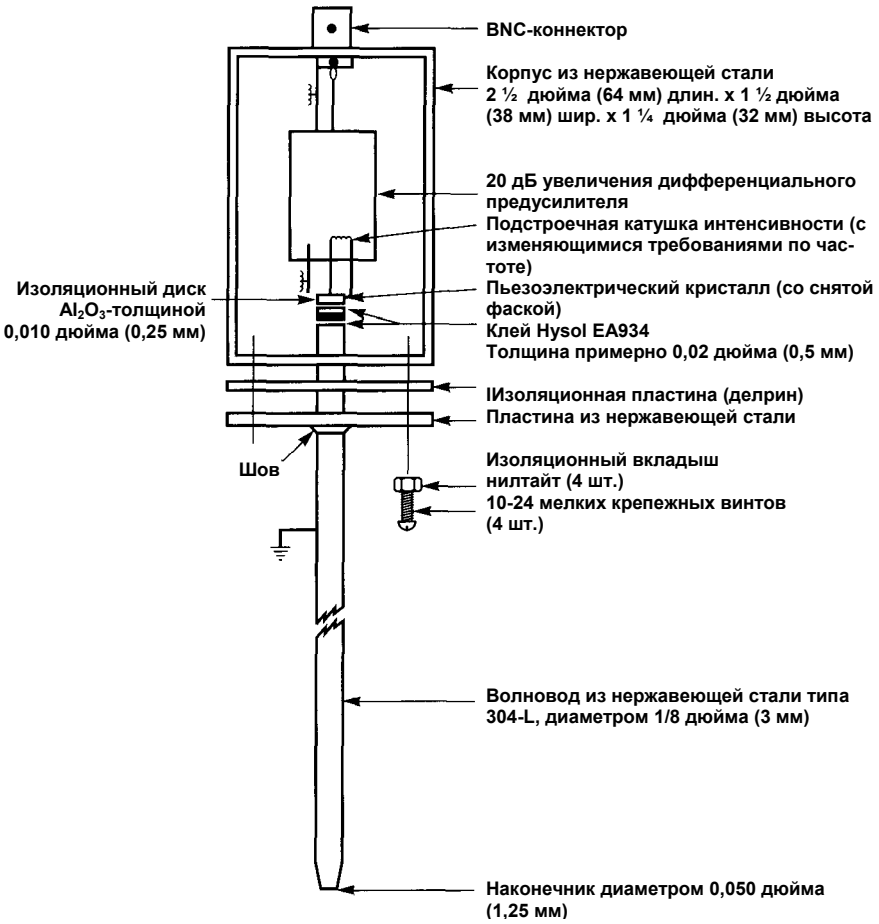
Датчики, которые будут смонтированы непосредственно на поверхности, необходимо оценить на предмет возможности выдерживать условия окружающей среды в течение запланированного периода мониторинга. Некоторые датчики, рассчитанные на работу при высоких температурах, имеют ограничения по времени, в течении которого они могут выдержать непрерывное заданное температурное воздействие.

V-1322 Датчики с волноводом

Описанные ниже датчики с волноводом подходят для применения в неблагоприятных условиях, где сенсорный блок (пьезоэлектрический кристалл и предусилитель 20 дБ) можно разместить в менее неблагоприятных условиях [например, при более низкой температуре примерно в 200°F (95°C)] с помощью волновода длиной не более 20 футов (6 м). Длина волновода не является абсолютной величиной; однако, при увеличении длины волновода, затухание сигнала в волноводе также увеличивается.

Датчики с волноводом представляют собой особый вид датчиков, используемых в неблагоприятных условиях. Тип датчика с волноводом, который эффективно используется для мониторинга компонентов, температура поверхности составляет 1800°F (980°C), показан на Рис. V-1322. Волновод длиной 20 футов (6 м) использовался для перенесения сенсорного блока (пьезоэлектрический кристалл и предусилитель 20 дБ) из области с высокой температурой в среду с температурой около 200°F (93°C). Датчик продолжал подвергаться воздействиию ядерного излучения примерно 45 000рад/ч общего гамма-излучения. По завершению мониторинга по истечению 120 дней, датчики по-прежнему работали без признаков повреждений. Датчики такого типа использовались в различных условиях с волноводами, длина которых менялась от 2 до 20 футов (0,6 м до 6 м) в течение периодов до 2-х с половиной лет, при этом, затухание в волноводе с диаметром 1/8 дюйма (3 мм), типа 308 из нержавеющей стали было замерено и составило 0,45 дБ/фут (1,5 дБ/м).

РИС. V-1322 КОНСТРУКЦИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ВОЛНОВОДА ДЛЯ ДАТЧИКА АЭ



V-1323 Мониторинг при помощи датчика

Информацию об установке датчика см. Т-1332.3. Применение в условиях экстремальных температур требуют механического крепления датчиков при помощи зажимов из-за температурных ограничений для клеев или эпоксидных смол. Крепление датчика на месте производится полосами из нержавеющей стали или магнитами, которые доказали свою эффективность; однако, если используются магниты, то необходимо оценить возможность магнита сохранять свои магнитные способности в окружающей среде с определенной температурой. Крепление, показанное на Рис. V-1323, успешно использовалось в различных случаях при применении датчика с волноводом.

Данная конструкция обеспечивает постоянный прижим конца волновода к поверхности компонента посредством использования пружины. Практика показала, что для хорошей акустической связи требуется давление примерно 16,000 фунт на квадратный дюйм (110 МПа) на границе раздела. Для датчика с волноводом, показанного на Рис. V-1322 с диаметром волновода на конце 0,05 дюйм (1,25 мм), усилие в креплении в 30 фунт-фут (0.13 кН) обеспечивает необходимое давление на границе раздела.

V-1324 Сигнальные кабели

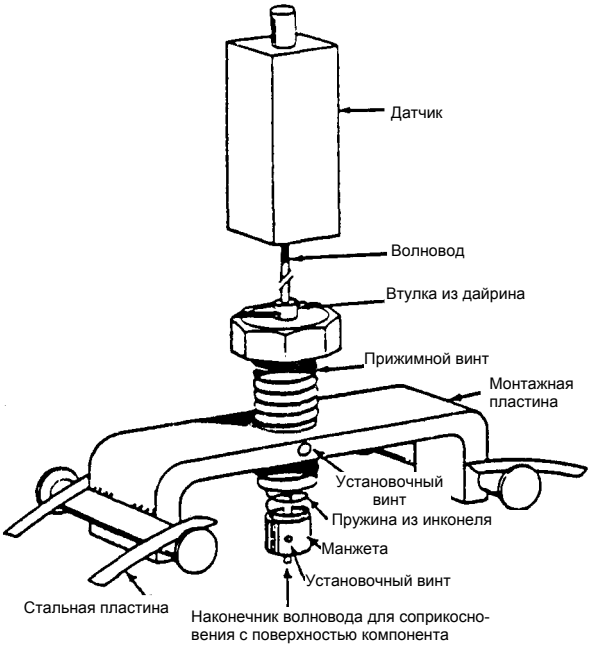
Необходимо использовать специальные коаксиальные кабели, рассчитанные на воздействие ожидаемых температур, для доставки сигналов АЭ от датчиков АЭ за пределы участка с такими условиями окружающей среды. Также см. Т-1333 и Т-1348.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI ПРИМЕНЕНИЕ АЭ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ УТЕЧКИ

VI-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящем Приложении приведены дополнительные требования по непрерывному АЭ мониторингу металлических и неметаллических компонентов с целью обнаружения утечки из оболочек под давлением. Целью обследования оболочек систем и компонентов под давлением является проверка герметичности и определение площади течи. Также могут применяться требования Приложения I —Компоненты ядерных объектов и Приложения V — Применение в неблагоприятной среде. В качестве основного справочного документа следует использовать SE-1211.

РИС. V-1323 КРЕПЛЕНИЕ СТАЛЬНОГО ВОЛНОВОДА ДАТЧИКА АЭ



VI-1320 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Стремление увеличить возможность выявления утечки привело к исследованиям в области усовершенствования акустических методов выявления, включая метод, который применяется к оболочкам ядерных реакторов. Для определения утечек в компонентах оболочек под давлением существует несколько способов, включая мониторинг акустических шумов от движения жидкости через течь. Преимущества акустического мониторинга – это быстрый отклик на наличие утечки и возможность получения количественной информации об утечке. Акустически методы определения утечки также могут использоваться для выявления утечек газа, пара, воды и химических реагентов, как для ядерных, так и для неядерных объектов.VI-1330 ОБОРУДОВАНИЕ

VI-1331 Тип датчика

При наличии сильного фонового шума необходимо использовать датчики АЭ с известной чувствительностью в частотном диапазоне 200 кГц – 500 кГц. Для компонентов с низким фоновым шумом, мониторинг необходимо проводить при более низких частотах. Частоты ниже 100 кГц и даже такая низкая, как 1 кГц, может быть необходимы при выявлении утечки из неметаллических компонентов.

VI-1331.1 Датчик необходимо выбирать на основании:

(a) средней частоты
(b) ширины полосы пропускания
(c) выносливости
(d) отклика на температуру
(e) влажности
(f) способности кабелей и предусилителей выдерживать конкретную окружающую среду

При использовании моделирования характеристики выходного сигнала датчика и графики зависимости скорости утечки от интенсивности звукового сигнала должны быть определены перед установкой в целях максимального увеличения полезности информации от звукового сигнала.

VI-1331.2 Датчики, не упомянутые в настоящем Приложении, могут использоваться, если доказано их соответствие условиям применения и если они отвечают требованиям настоящей Статьи. Должны использоваться альтернативные датчики, такие как акселерометры, микрофоны и гидрофоны.

VI-1332 ВОЛНОВОД

Волноводы можно использовать для изоляции датчика от неблагоприятной среды, например, высоких температур или ядерного излучения при применении в ядерном реакторе.

VI-1332.1 В волноводных устройствах должны учитываться следующие параметры волновода:

(a) длина
(b) диаметр
(c) отделка поверхности
(d) материал конструкции (т.е., ферритная сталь, нержавеющая сталь, алюминий и керамика)

Должны быть применены волноводы диаметром $^{1}/_{8}$ дюйма – ½ дюйма (3 мм – 13 мм) и длиной до 10 дюймов (250 мм), доказавшие свою эффективность.

VI-1332.2 Присоединение. Приложение V, параграф V-1323 описывает один метод для монтажа волновода. Другие способы присоединения, доказавшие свою эффективность – это:

(a) приварка волновода к оболочке под давлением
(b) прикрепление волновода болтами к пластине, прикрепленной к оболочке для механического прижима волновода к металлическому компоненту
(c) прикрепление волновода болтами непосредственно к оболочке компонента под давлением
(d) присоединение датчика непосредственно к компоненту. При механическом присоединении волновода к оболочке компонента под давлением свою эффективность показали как золотая фольга, так и закругленный наконечник волновода. Иногда датчики монтируются таким образом, что они проходят сквозь оболочку компонента пол давлением, чтобы датчик располагался в технологической жидкости. В этом случае датчик (датчики) должны быть способны выдерживать условия эксплуатации в технологической жидкости. Кроме того, необходимо провести анализ эксплуатационной безопасности способа установки и мониторинга системы.

VI-1333 Электронные фильтры

Ответный сигнал электронного фильтра (фильтров) необходимо регулировать для достижения установленного диапазона частоты мониторинга, по необходимости (см. Приложение I). В условиях сильного фонового шума полоса пропускания частот должна быть в диапазоне 200-250 кГц, а при низком уровне фонового шума - 1-200 кГц.

VI-1340 МЕТОДИКА

Необходимо установить методику калибровки, также она должна включать либо разлом карандашного грифеля и/или метод струи газа, описанный в Т-1360 и Приложении I.

VI-1342 Проверка калибровки

Проверки калибровки датчиков можно проводить с помощью электронной подачи импульсов одним из датчиков при одновременном выявлении звуковых волн от него другими датчиками.

VI-1350 ОБСЛЕДОВАНИЕ

VI-1351 Выполнение требований системы

Чтобы осуществить акустическое выявление утечки и локацию системы, необходимо выполнить следующие подготовительные шаги.

(a) установить местоположения акустических приемников

(b) определить интервал между волноводами или датчиками

(c) выполнить требования по необходимой чувствительности системы

(d) установить уровень фоновых помех

(e) оценить соотношение сигнал-помеха как функцию расстояния и уровня фонового шума для звуковых сигналов в выбранном частотном диапазоне

VI-1352 Методика калибровки

Необходимо ввести методику калибровки. Во время мониторинга необходимо обеспечить функцию самоконтроля системы, чтобы гарантировать, что система функционирует соответствующим образом.

VI-1353 Проверка пригодности и данные по калибровке оборудования

Проверка пригодности акустического оборудования и требования к данным по калибровке соответствовать Т-1392.

VI-1360 ОЦЕНКА/РЕЗУЛЬТАТЫ

VI-1361 Показания от течи

Выявление утечки или показания от течи рядом с датчиком или на его месте будут отмечены превышением среднеквадратичного сигнала над фоновыми помехами. Превышение сигнала над фоновым должно быть, как минимум, 3 дБ или больше на период минимум 30 минут.

VI-1362 Определение места утечки

В общем случае место утечки можно установить с помощью анализа относительной амплитуды среднеквадратичных сигналов, полученных от датчиком (датчиками). Место утечки также можно определить с помощью взаимно-корреляционного анализа сигналов, полученных датчиками с одной из сторон участка, на котором находится течь. Когда требуется точно определить место утечки, может понадобиться вывести пространственно среднее значение коррелограмм звуковых сигналов для каждого места расположения датчиков путем установки матрицы датчиков. Для получения среднего значения коррелограмм требуется минимум три волновода, расположенных на расстоянии минимум 10 см [4 дюйма (100 мм)] друг от друга. Это позволяет построить девять коррелограмм и вывести среднее значение для каждой пары локаций датчиков. Самоконтроль и калибровка системы должна соответствовать VI-1340. Если акустические фоновые уровни относительно постоянны, то их также можно использовать для определения исправности преобразователя.

ПРИЛОЖЕНИЕ VII ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ДЛЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИЕЙ

VII-1310 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее обязательное Приложение используется с целью установления стандартных терминов и определений, которые используются в Статье 13, Мониторинг непрерывной акустической эмиссии.

VII-1320 Общие требования

(a) Стандартная терминология для неразрушающих контролей (ASTM E 1316) была принята комитетом как SE-1316.

(b) В документе SE-1316 даны определения терминов, перечисленных в VII-1330(a).

(c) Общие термины, такие как *интерпретация, трещина, нарушение сплошности, оценка* и т.д. см. в Статье 1, Обязательного предложения I.

(d) В параграфе VII-13 30(b) приведен перечень терминов и определений, которые дополняют SE-1316 и являются специфическими для данных Норм и правил.

VII-1330 Требования

(a) Все термины, перечисленные в SE-1316, используются применительно к настоящей Статье.

(b) В настоящей Статье используются следующие термины Норм и правил:

Контрольно-измерительный прибор АЭ: все электронные контрольно-измерительные приборы и оборудование (за исключением датчиков и кабелей), используемые для определения, анализа, отображения и записей сигналов АЭ.

Непрерывный мониторинг: процесс постоянного мониторинга оболочек под давлением с целью выявления акустической эмиссии во время запуска, эксплуатации и остановки.

$дБ_{AE:}$ максимальная амплитуда напряжения формы сигнала акустической эмиссии, выраженная уравнением $дБ_{AE} = 20 \log V/V_{Ref}$, где V_{Ref} – это 1 мкВ вне кристалла датчика АЭ.

Мониторинг ограниченной зоны: процесс мониторинга только специально определенной части оболочки под давлением с помощью либо матрицы датчиков, либо контролируемыми параметрами контрольно-измерительного прибора, либо того и другого для ограничения зоны мониторинга.

Проходы: В случаях применения на ядерных объектах, термин проход относится к ступенчатым пробкам, в которые вставлены отрезки кабеля от электронных контрольно-измерительных приборов, которые проходят через экранирование или защитные стены, чтобы обеспечить подвод питания к контрольно-измерительным приборам и получение информационных сигналов через эти защитные стены без нарушения сплошности стены, которая обеспечивает защиту от радиации.

Объект/система объекта: система оболочки под давлением в полном объеме, включая дополнительные приспособления, комплектующие и компоненты управления, которые составляют рабочую единицу.

Эксплуатация установки: нормальная эксплуатация, включая прогрев, запуск, остановку и любое давление или другие воздействия на объект, осуществляемые для испытания оболочки под давлением с целью, отличной от возбуждения источников АЭ.

Матрица датчиков: несколько датчиков АЭ, расположенных по геометрической форме, которая разработана для обеспечения выявления/локации источника АЭ для указанного компонента или участка оболочки под давлением с целью мониторинга.

СТАТЬЯ 14
КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ (НРК)

Т-1410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Положения относительно квалификационных испытаний систем неразрушающего контроля (НРК), изложенные в настоящей Статье, являются обязательными, если они на них есть конкретная ссылка в разделе Норм и правил. Изготовитель, организация, выполняющая контроль, владелец или другой пользователь настоящей Статьи несет ответственность за проведение квалификационных испытаний приемов, оборудования и письменной процедуры проверки в соответствии с настоящей Статьей. Необходимо обратиться к разделу Норм и правил, на который имеется ссылка, за подробными конкретными требованиями, представленными ниже:

(a) требования к квалификации персонала или предварительные условия для аттестации согласно требованиям настоящей Статьи

(b) планирование контроля, включая объем

(c) критерии приемки для оценки дефектов, выявленных в процессе контроля

(d) уровень жесткости требований, необходимый для квалификационных испытаний

(e) чувствительность контроля, например, вероятность обнаружения и точность измерения

(f) протоколы и требования к хранению протоколов

Т-1420 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-1421 Процесс квалификационных испытаний

Согласно настоящей Статье процесс квалификации включает в себя оценку общих и технических данных, а также сведений, основанных на эксплуатационных характеристиках, представленных в рамках документально подтвержденного технического обоснования и, при необходимости, слепых или неслепых демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик.

Т-1422 Техническое обоснование

Техническое обоснование представляет собой письменный отчет, предоставляющий подробное разъяснение письменной процедуры контроля, базовой теории метода контроля и всех лабораторных экспериментов или проверок в условиях эксплуатации, которые доказывают возможности метода контроля.

Техническое обоснование обеспечивает техническую базу и разумное обоснование квалификационных испытаний, включая следующее:

(a) математическое моделирование

(b) практический опыт

(c) классификация испытаний

(d) предполагаемый механизм разрушения

(e) реакция на НРК в зависимости о структуры и/или формы изделия

Т-1423 Демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик

Демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик устанавливают технические возможности конкретной системы контроля достигать удовлетворительной вероятности обнаружения (ВО) путем применения системы контроля на дефектных испытательных образцах. Результаты демонстрационных испытаний используются для построения кривой ВО и определения вероятности ложного сигнала (ВЛС) с целью установления границ достоверности.

(a) Испытательные образцы должны как можно точнее копировать исследуемый объект. Могут быть использованы упрощенные испытательные образцы, представляющие фактические условия эксплуатации. Применение образцов с известными выявленными дефектами является предпочтительным и может быть основным для процесса квалификации с наиболее строгими требованиями. Классификация дефектов испытательных образцов может быть использована для сведения к минимуму объема квалификационных испытаний при наличии технического обоснования (т.е. демонстрационные испытания на более сложных механизмах разрушения могут выполнить требования квалификационных испытаний для менее сложных механизмов разрушения).

(b) Если образцы копируют испытываемый объект в достаточной степени, то демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик могут быть применены в ограниченном объеме для сведения к минимуму связанных с ними расходов и потребности в образцах. Все ограничения объема демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик должны быть подтверждены в Техническом обосновании.

(c) Аттестация персонала должна быть основана на слепом испытании, за исключением конкретных случаев освобождения от испытаний, изложенных в соответствующем разделе Норм и правил.

(d) Уровень требований, применяемый к демонстрационным испытаниям эксплуатационных характеристик может меняться от простого демонстрационного испытания на нескольких дефектах до всестороннего испытания с использованием сотен дефектов. Уровень требований может также различаться при квалификационных испытаниях письменной процедуры и при квалификационных испытаниях персонала, проводящего контроль. Более строгая квалификация процедур может быть выгодна по следующим причинам:

(1) упрощение принятия персоналом решения о пригодности;

(2) уменьшенный объем слепых квалификационных испытаний персонала;

(3) лучшее понимание соотношения между процедурой и интересующими механизмами разрушения;

(4) более надежные письменные процедуры.

Т-1424 Степень жесткости требований

Квалификационные испытания производятся на одном из трех уровней жесткости требований. В соответствующем разделе Норм и правил должен определяться уровень жесткости требований, необходимый для проверки технических возможностей системы контроля по обнаружению и определению параметров типовых дефектов для интересующих механизмов разрушения, в зависимости от их расположения и характеристик. При отсутствии иных указаний уровень жесткости требований должен быть установлен по соглашению между заинтересованными сторонами. Ниже представлены три уровня жесткости требований:

(a) Низкий уровень требований (только Техническое обоснование): Требование по данному уровню сводится к удовлетворительному отчету о техническом обосновании. Для квалификационных испытаний системы контроля демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик не требуются.

(b) Промежуточный уровень (Ограниченные демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик): Требования к данному уровню сводятся к удовлетворительному отчету о техническом обосновании и успешному выполнению демонстрационного испытания (слепого или неслепого) на ограниченном количестве испытательных образцов. Соответствующий раздел Норм и правила должен установить объем требований к демонстрационному испытанию и задать приемлемые показатели ВО и ВЛС для квалификационного испытания. При отсутствии иных указаний критерии квалификационных испытаний должны быть установлены по соглашению между заинтересованными сторонами.

(c) Высокий уровень (Полное демонстрационное испытание эксплуатационных характеристик): Требования к данному уровню сводятся к удовлетворительному отчету о техническом обосновании и успешному выполнению слепых демонстрационных испытаний. Соответствующий раздел Норм и правила должен установить объем требований к демонстрационному испытанию и задать приемлемые показатели ВО и ВЛС для квалификационного испытания. При отсутствии иных указаний критерии квалификационных испытаний должны быть установлены по соглашению между заинтересованными сторонами. Достаточное количество испытательных образцов должно быть исследовано для эффективной оценки распределения ошибок измерений и определения точной ВО для конкретных механизмов разрушения или типов и размеров дефектов. Демонстрационное испытание эксплуатационных характеристик с высоким уровнем требований, как правило, требуется для подтверждения Оценки Вероятного Риска.

Т-1425 Планирование проведения квалификационных испытаний

Ниже представлены рекомендуемые шаги для планирования и выполнения квалификационных испытаний в зависимости от применяемости:

(a) Собрать всю необходимую исходную информацию относительно компонента, типов дефектов, интересующих механизмов разрушения и объектов проверки и квалификационных испытаний системы контроля.

(b) Изучить письменную процедуру с целью проверки ее пригодности к предполагаемому применению.

(c) Разработать техническое обоснование для используемого метода контроля.

(d) Определить необходимый уровень жесткости требований для демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик.

(e) Разработать критерии демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик с использованием соответствующих ссылок.

(f) Провести демонстрационное испытание эксплуатационных характеристик.

(g) Провести квалификационные испытания персонала.

(h) Собрать, документально подтвердить и оценить результаты.

(i) Установить квалификацию на основании окончательной оценки.

Т-1430 ОБОРУДОВАНИЕ

Оборудование, используемое для демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик системы контроля, должно соответствовать письменной процедуре и техническому обоснованию. Использование другого контрольного оборудования после квалификации системы контроля может потребовать повторных квалификационных испытаний (см. Т-1443).

Т-1440 ТРЕБОВАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

Т-1441 Отчет о техническом обосновании

Перед квалификационным испытанием любой системы контроля, независимо от уровня жесткости требований, должен быть подготовлен отчет о техническом обосновании и получено одобрение со стороны специалиста по НРК Уровня, сертифицированного по данному конкретному применяемому методу. Отчет о техническом обосновании должен быть рассмотрен и принят владельцем интересующего объекта, а также, если существует, по подведомственности, Уполномоченным Контрольным Органом (УКО), независимой третьей стороной, контролирующим продавцом или другой привлеченной стороной. Принятие данного отчета заинтересованными сторонами является минимальным требованием по квалификационным испытаниям системы контроля на самом низком уровне жесткости требований. Отчет о техническом обосновании должен охватывать, как минимум, следующие моменты:

Т-1441.1 Описание исследуемого компонента/ дефектов. Структура и диапазон размеров компонента, история создания искусственного дефекта, а также все предполагаемые механизмы разрушения (для оценки в процессе эксплуатации) интересующего объекта должны быть проанализированы с целью определения объема контроля, типов и размеров обнаруживаемых критических дефектов и возможного местоположения дефектов. Область применения письменной процедуры должна задать пределы применения процедуры (например, материалы, толщина, диаметр, форма изделия, доступность, ограничения по методу контроля и т.д.).

(a) Дефекты, которые необходимо выявить: предполагаемые места их расположения, пороговый размер обнаружения, размер, ориентация и форма критических дефектов, - служащие руководством при разработке письменной процедуры. Размеры критических дефектов (рассчитанные при анализе механики разрушения) и скорости распространения трещин имеют важное значение для определения критериев регистрации и оценки дефектов. Минимальный регистрируемый размер дефекта должен быть меньше размера критического дефекта, при этом должны учитываться расчетные или фактические скорости роста трещин, а также фактическое качество работ процесса производства. Оценка дефекта должна быть основана на недопущении развития дефекта до критического размера за период до следующей проверки или в течение планируемого остаточного срока службы объекта при нормальных условиях эксплуатации.

(b) Геометрические параметры объекта или приема, условия окружающей среды, контрольные ограничения и металлургические условия могут ограничить доступ к объекту для выполнения оценки. Для получения доступа к исследуемому участку может потребоваться внесение изменений в процедуру контроля или оборудование.

(c) Должны быть обеспечены критерии приемки для демонстрационных испытаний.

(d) Дополнительные пункты, которые должны быть рассмотрены на предмет включения в техническое обоснование, могут содержать следующую информацию:

(1) действенность процедуры в прошлом;

(2) документация на предшествующие демонстрационные испытания;

(3) объем предшествующих круговых испытаний;

(4) наблюдаемые показатели обнаружения дефектов: показатели вероятности обнаружения и вероятности ложных сигналов;

(5) приемлемые показатели пригодности/выбраковки; а также

(6) точность измерения.

T-1441.2 Общее представление о системе контроля. Общее описание системы контроля с подробностями, достаточными для определения ее отличия от других систем, должно быть включено в отчет о техническом обосновании. Описание должно включать, если применяются, способов измерения, пороги регистрации и методы, используемые при расшифровке показаний. Если используется комбинация оборудования, то должны быть соответствующим образом описаны применяемые условия для конкретной сочетания оборудования.

T-1441.3 Описание решающих параметров. Должно быть рассмотрено влияние параметров проверки на систему контроля, включая выбор оборудования, чувствительность, настройки КИП, анализ данных и квалификацию персонала. Обоснование для выбора параметров должно основываться на интересующих дефектах и включать разъяснение того, почему выбранные параметры будут действенными для конкретного вида контроля и предполагаемых дефектов.

(a) Требования к процедуре, включая существенные переменные, можно найти в Обязательном Приложении, связанном с методом контроля, или в соответствующем разделе Норм и правил.

(b) При некоторых условиях, в дополнение к конкретному методу квалификационных испытаний на Уровень II или III, могут быть рекомендованы Требования к аттестации персонала. При использовании установленных приемов с низким уровнем требований (например, для контроля более легко обнаруживаемых механизмов разрушения или менее критичных компонентов), подходит конкретный метод, применяемый при квалификации по Уровню II или III. Если требуется промежуточный или высокий уровень жесткости требований, то должны быть рассмотрены и, при необходимости, заданы дополнительные требования к персоналу. Они могут включать критерии на основе количественного риска с целью выбора компонентов для исследования или выполнения слепого демонстрационного испытания эксплуатационных характеристик. В отношении приемов, когда контроль проводится группой операторов, для каждого члена группы должны быть предусмотрены отдельные квалификационные требования.

T-1441.4 Описание приемов контроля. Должно быть включено обоснование эффективности выбранных приемов контроля, используемых в письменной процедуре для обнаружения интересующих дефектов. Настройки чувствительности для регистрации дефектов, ориентации дефекта, размера критического дефекта, предполагаемого механизма разрушения (для применения в процессе эксплуатации) и влияние металлургического и геометрического воздействия должны быть рассмотрены в обосновании. Должно быть включено описание метода определения отличий между значимыми и незначимыми показаниями, обоснование настроек чувствительности и критерии определения параметров и размеров дефектов.

T-1441.5 Необязательные темы для технического обоснования. Следующие темы могут быть рассмотрены в рамках технического обоснования с целью улучшения понимания применяемых приемов.

(a) Описание моделирования при контроле. Может быть включено описание моделирования при контроле, используемого при разработке процедуры, построении графиков показаний, прогнозировании ответных сигналов от дефектов, проектировании моделей, отражении охвата и при квалификационных испытаниях письменных процедур. Перед использованием модели должны быть утверждены. В соответствующем разделе Норм и правил должны быть заданы критерии утверждения моделей. При отсутствии иных указаний, критерии утверждения моделей должны быть установлены по соглашению между заинтересованными сторонами. Модели могут быть использованы с сертифицированными письменными процедурами для демонстрационных испытаний предполагаемой эффективности откорректированных процедур при изменении таких параметров, как геометрические свойства, угол, размер и ограничения доступа. Письменная процедура может быть сертифицирована или повторно сертифицирована, с использованием минимального количества моделей с соответствующим обоснованием.

(b) Описание опыта применения процедуры. Предшествующий опыт работы по письменной процедуре может быть включен в техническое обоснование и использован для обоснования изменений, внесенных в процедуру. Может быть включена документация по подобным демонстрационным испытаниям, имеющая отношение к предложенному виду контроля. Также можно ссылаться на экспериментальное доказательство с целью отражения влияния используемых переменных и учитывать его при разработке письменной процедуры.

T-1442 Демонстрационное испытание эксплуатационных характеристик

Системы контроля, для которых требуется проведение квалификационных испытаний с промежуточным или высоким уровнем жесткости требований, также должны пройти демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик. Комплект испытательных образцов и критерии приемки/выбраковки, используемые при демонстрационных испытаниях эксплуатационных характеристик, должны быть определены владельцем объекта и, если применяется, должны быть приняты по подведомственности, Уполномоченными Контрольным Органом, независимой третьей стороной, продавцом, выполняющим контроль, организацией, выполняющей контроль, или другой привлеченной стороной.

(a) Действие процедуры должно быть продемонстрировано путем проведения контроля объекта или модели. Оператор, выполняющий демонстрационное испытание, не

должен принимать участие в разработке процедуры. Документальным свидетельством демонстрационных испытаний являются заполненные формы протокола. Квалификационные испытания процедуры являются действительными только при использовании одних и тех же существенных переменных, зарегистрированных в процессе демонстрационных испытаний. Изменение существенных параметров требует проведения повторных квалификационных испытаний процедуры. Редакторская правка процедуры или изменение несущественных параметров не требуют повторной квалификации процедуры.

(b) К демонстрационному испытанию письменной процедуры может быть привлечен персонал, аттестованный при помощи слепого или неслепого испытания. Слепые демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик позволяют сертифицировать всю систему контроля (т.е. оборудование, письменную процедуру и оператора). Неслепые демонстрационные испытания позволяют сертифицировать только процедуру и оборудование. Все регистрируемые показания должны быть измерены, а их местоположение определено. В протоколах обнаружения должно быть точно указано местоположение показаний. Технические возможности измерения глубины, высоты и длины сертифицируются только путем слепого демонстрационного испытания эксплуатационных характеристик.

(c) Демонстрация может быть выполнена путем неслепого демонстрационного испытания с помощью нескольких дефектов, демонстрационного испытания, представленного в соответствующем разделе Норм и правил как обязательное, многократного слепого испытания, нескольких демонстрационных испытаний на многочисленных образцах небольшого размера или с использованием демонстрационного испытания с жесткими требованиями на базе статистических методов, основанного на биноминальном распределении с уменьшенными односторонними пределами достоверности. Принятые методы демонстрационного испытания должны быть описаны в техническом обосновании для данной процедуры.

(d) Лицо или организация должна быть назначена в качестве руководителя процесса демонстрационного испытания. Функции руководителя следующие:

(1) изучение технического обоснования;

(2) изучение процедуры и области ее применения;

(3) обеспечение включения всех существенные переменных в процедуру и демонстрационное испытание;

(4) установка испытательных образцов;

(5) классификация демонстрационных испытаний;

(6) составление протокола;

*(7)*обеспечение сохранности образцов, а также

(8) хранение протоколов демонстрационных испытаний.

При выполнении прямых задач, руководителем может быть отдел в организации владельца. Для комплексных демонстрационных испытаний или по предписанию Норм и правил или согласно требованиям пользователя, может быть целесообразным привлечение незаинтересованной третьей стороны.

Т-1443 Повторные квалификационные испытания системы контроля

Первоначальные квалификационные испытания применяются только к системе и к существенным переменным, указанным в отчете о техническом обосновании и письменной процедуре. При изменении существенных переменных необходимо провести повторные квалификационные испытания. Повторное квалификационное испытание может быть проведено одним из следующих способов:

(a) можно сравнить характеристики нового оборудования и сертифицированного оборудования. Если они почти одинаковые, то новое оборудование может быть применено, за исключением случаев, когда в соответствующих Нормах и правилах на конструкцию задаются более строгие требования по замене оборудования.

(b) Новое оборудование может быть повторно сертифицировано путем выполнения другого квалификационного испытания всего процесса контроля. При квалификационных испытаниях нового оборудования должен быть применен иерархический подход путем проведения демонстрационного испытания на наиболее сложных испытательных образцах. После чего нет необходимости проводить повторное квалификационное испытание оборудования на всем комплекте испытательных образцов.

(c) Для проведения повторного квалификационного испытания процедуры может быть применено моделирование, если такой подход подтвержден соответствующим обоснованием.

Т-1450 ПРОВЕДЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ДЕМОНСТРАЦИИ

Т-1451 Протокольный документ

Для обеспечения последовательности и согласованности процесса от одного квалификационного испытания до другого должен быть составлен протокольный документ. Протокольный документ создает основание для выполнения надзора третьей стороны и устанавливает существенные переменные, подлежащие сертификации, обеспечивая переносимость квалификационного испытания. Протокольный документ, как правило, имеет форму письменной процедуры и сопутствующей контрольной таблицы, документально подтверждающих процесс, которому следуют при проведении квалификационных испытаний. Этот документ составляется коллективно с привлечением всех заинтересованных сторон (т.е. владелец, и, если применимо, по подведомственности УКО, независимая третья сторона, продавец, выполняющий контроль или другая привлеченная сторона).

Ключевым элементом протокольного документа являются критерии допуска. Альтернативные критерии оценки, которые могут быть применены, представляют собой критерии достигнутого уровня рабочих характеристик. По этим критериям оператор демонстрирует прием, включая измерительные возможности; а квалификационные испытания основываются на диапазоне обнаружения, достигнутом оператором в процессе демонстрационного испытания. Операторам, аттестованным согласно этим критериям, разрешается проводить контроль в рамках своих сертифицированных возможностей.

Т-1452 Отдельные квалификационные испытания

Требования к демонстрационным испытаниям эксплуатационных характеристик, представленные в п. Т-1440, позволяют сертифицировать систему контроля (т.е. оборудование, письменную процедура и персонал) как единое целое. В качестве альтернативы также может быть применен двухэтапный процесс квалификационных испытания. Первый этап данного процесса включает демонстрационное испытание эксплуатационных характеристик с целью квалификации процедуры/оборудования системы. Квалификационные испытания процедуры/оборудования требует привлечения нескольких аттестованных операторов для оценки комплекта образцов с получением результатов, отвечающих заданным требованиям, более строгим, чем требования к персоналу. После того, как процедура/оборудование будет сертифицировано, отдельным операторам необходимо провести только ограниченную демонстрацию эксплуатационных характеристик с использованием сертифицированного сочетания процедуры/оборудования.

Основным стимулом внедрения данной формы испытания является снижение расходов, связанных с широким использованием процедуры при квалификационных испытаниях персонала. Процедура/оборудование могут быть сертифицированы/ разработаны неслепым способом, однако персонал должен пройти слепые испытания. Данный двухэтапный процесс также предотвращает возможность попытки оператора пройти демонстрационное испытание с несоответствующими процедурами или оборудованием.

Т-1460 КАЛИБРОВКА

Калибровка оборудования должна проводиться в соответствии с письменной процедурой, используемой для выполнения демонстрационного испытания эксплуатационных характеристик.

Т-1470 КОНТРОЛЬ

Демонстрационное испытание эксплуатационных характеристик должно быть выполнено в соответствии с письменной процедурой, с использованием приемов и оборудования, описанных в техническом обосновании. Дополнительная информация по проведению различных способов демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик представлена в следующих параграфах:

Т-1471 Испытание на обнаружение с промежуточным уровнем требований

Целью демонстрационного испытания эксплуатационных характеристик с промежуточным уровнем требований является выявление процедур и операторов, не соответствующих требованиям. Ниже представлены типичные варианты дефектов в комплектах испытательных образцов, используемых при демонстрационных испытаниях эксплуатационных характеристик с промежуточным уровнем требований:

(a) Образцы должны как можно точнее отображать исследуемый компонент, как минимум, с 10 дефектами или квалификационными элементами. При допустимых эксплуатационных характеристиках, ВО должна составлять 80%, а процент ложных сигналов - менее 20%.

(b) При использовании менее 10 дефектов или квалификационных элементов испытание должно быть проведено слепым способом. В итеративном слепом и случайном процессах дефекты используются повторно. Этот способ является экономичным способом увеличения количества образцов в комплекте. Восемьдесят процентов дефектов должно быть обнаружено. Процент ложных сигналов должен составлять менее 20%.

(c) Около 5 - 15 дефектов или квалификационных элементов используются, как минимум, с таким же количеством квалификационных элементов без дефектов. При допустимых эксплуатационных характеристиках, ВО должна составлять 80%, а процент ложных сигналов - менее 20%.

(d) Количество образцов в комплекте должно быть достаточным для обеспечения того, чтобы большая часть операторов с неприемлемой ВО испытывала трудности при прохождении демонстрационного испытания, в то время как большая часть операторов с приемлемой ВО могла пройти демонстрационное испытание.

Т-1472 Испытания на обнаружение с высоким уровнем требований

Следующие руководящие указания описывают методологию проведения демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик ВО с целью проведения квалификационных испытаний системы контроля. Для того, что провести любое из испытаний на обнаружение, упомянутых в данном приложении, необходимо собрать следующую информацию:

(a) тип материала и дефектов, которые должны быть обнаружены с помощью процедуры

(b) размер дефекта, критического для данного способа применения

(c) минимальная допустимая ВО, которая должна быть достигнута в отношении критических дефектов при проверке (называемая $ВО_{min}$.)

(d) максимальная допустимая вероятность ложного сигнала, которая должна быть выявлена во время проверки (называемая $ВЛС_{max}$.)

(e) уровень достоверности, который должен быть обеспечен при испытании (наиболее широко применяемый уровень достоверности составляет 95%.)

Т-1472.1 Стандартное биноминальное испытание на обнаружение. Оператор проходит слепое демонстрационное испытание. Дефектные квалификационные элементы содержат критические дефекты (т.е. дефекты, размер которых приближается к критическому) для того, чтобы ВО, рассчитанная по настоящим данным, устанавливала ВО для критических дефектов. После контроля показатели ВО и ВЛС рассчитываются путем сравнения определенного количества обнаружений, классифицированных как дефекты, с определенным количеством проверенных дефектных или пустых квалификационных элементов. Другими словами:

$$\text{Показатель ВО} = \frac{\text{Количество дефектных квалификационных элементов, классифицированных как дефекты}}{\text{Общее количество проверенных дефектных квалифицированных элементов}} \quad (1)$$

$$\text{Показатель ВЛС} = \frac{\text{Количество пустых квалифицированных элементов, классифицированных как дефекты}}{\text{Общее количество проверенных пустых квалификационных элементов}} \quad (2)$$

ВО и ВЛС подтверждаются полями допуска, называемыми «α границы», для описания статистической неопределенности в испытании. (В отношение ВО используется нижняя граница α, в то время как для ВЛС используется верхняя граница α.) Показатель оператора считается приемлемым, если нижняя граница ВО находится выше $ВО_{min}$, а верхняя граница ВЛС – ниже $ВЛС_{max}$.

Границы α рассчитываются, используя стандартные биномиальные формулы, представленные ниже.

Где:

D = количество регистрируемых обнаружений

N = количество квалификационных элементов, которые содержат дефекты (для расчетов ВО) или которые являются пустыми (для расчетов ВЛС)

$P_{нижний}$ = верхняя граница α

$P_{нижний}$ = нижняя граница α

$$\alpha = \beta\,(P_{нижний};\ D,\ N - D + 1) \quad (3)$$

$$\alpha = 1 - \beta\,(P_{нижний};\ D + 1,\ N - D) \quad (4)$$

где $\beta(z;\ c_1, c_2)$ это бета-распределение с параметрами c_1 и c_2. Структура статистически важного комплекта образцов для данного испытания основывается на указанных выше биноминальных формулах.

ВО, составляющая 95%, с 90% достоверностью означает, что существует 90% вероятность того, что показатель в 95% является недооценкой фактической вероятности обнаружения. Другими словами, уровень достоверности *a* описывает то, насколько надежным должно быть квалификационное

испытание. Если 10 дефектов участвуют в испытании, то на основании двух пропусков существует 90% достоверность того, что фактическая надежность проверки составляет более 55%. Если желательна 95% достоверность, то фактическая надежность проверки составляет более 33,8%. Если были обнаружены все 10 дефектов, то ВО должна составлять 79%. Для получения 90% ВО при 95% уровне достоверности необходимо, чтобы из 29 дефектов было обнаружено, как минимум, 29 дефектов.

ТАБЛИЦА Т-1472.1
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ЗАДАННОГО КОЛИЧЕСТВА ПРОПУСКОВ ПРИ УСТАНОВЛЕННОМ УРОВНЕ ДОСТОВЕРНОСТИ И ВО

Уровень достоверности	Количество пропусков	Вероятность обнаружения		
		90%	95%	99%
90%	0	22	45	230
	1	38	77	388
	2	52	105	531
	3	65	132	667
	4	78	158	798
	5	91	184	926
	10	152	306	1000+
	20	267	538	1000+
95%	0	29	59	299
	1	46	93	473
	2	61	124	628
	3	76	153	773
	4	89	181	913
	5	103	208	1000+
	10	167	336	1000+
	20	286	577	1000+
99%	0	44	89	458
	1	64	130	662
	2	81	165	838
	3	97	198	1000+
	4	113	229	1000+
	5	127	259	1000+
	10	197	398	1000+
	20	325	656	1000+

В Таблице Т-1472.1 показано соотношение между наименьшим количеством дефектов, уровнем достоверности, вероятностью обнаружения и пропусками путем вычисления по формуле, заданной выше, для различных сценариев. Оно может быть использовано для установления количества образцов в комплекте для испытания. Пользователь, на свое усмотрение, выбирает фактическое количество дефектных и пустых мест (т.е. размер образца), задействованных в испытании. Выбор пользователя в отношении размера образца должен быть продиктован двумя конкурирующими причинами, (1) цена создания испытательных образцов, и (2) цена неудачного испытания «хорошего» оператора. Если пользователь выбирает проведение масштабного испытания, то границы достоверности, связанные с показателем ВО, должны быть узкими для того, чтобы «хороший» оператор мог иметь возможность успешно пройти испытание. Однако, если задается сокращенное испытание, то границы достоверности должны быть широкими, и даже «хороший» оператор, зачастую, может не пройти испытание.

По сути, при любом биноминальном испытании, подобном этому, задается наименьший размер образца, который может быть использован. Если используется образец, размер которого меньше наименьшего размера, то абсолютно невозможно пройти испытание, так как границы достоверности слишком широкие. С образцом наименьшего размера для успешного прохождения испытания оператор должен получить превосходные показатели (т.е. *ВО* = 1 или *ВЛС* = 0). Наименьший размер образца зависит от порога обнаружения и уровня достоверности, выбранных для испытания. Например, по мере приближения минимальной приемлемой ВО к единице, минимальный размер образца увеличивается. В Таблице Т-1472.1 представлен минимальный размер образца для различных уровней достоверности и порогов ВО/ВЛС.

Как видно из этой таблицы, если для проверки необходимы высокие пороги обнаружения, то требуется достаточно большой комплект образцов. Если требуются исключительно высокие пороги обнаружения, то стандартное биномиальное испытание, описанное в настоящем приложении, может не являться наиболее эффективной стратегией проведения испытания.

Как правило, испытание должно включать столько же пустых мест, сколько и дефектных, однако это количественное соотношение может быть изменено в зависимости от того, какой порог (ВО или ВЛС) является более строгим.

Как говорилось в данном разделе, стандартное биноминальное испытание позволяет проверить ВО только для дефекта одного размера, критического размера дефекта. Возможно включение большего количества размеров в испытание. Каждый включенный размер должен содержать минимальное количество дефектов, заданных в Таблице Т-1472.1. Например, при 90% обнаружении и 90% уровне достоверности для четырех различных размерных интервалов дефектов требуется по 22 дефекта из каждого размерного интервала, если не пропуски допускаются для общего количества в 88 дефектов.

Т-1472.2 Двухэтапное испытание на обнаружение. Основным компонентом двухэтапного демонстративного испытания является Стандартное биноминальное испытание на обнаружение, описанное в Т-1472.1. При двухэтапном испытании применяется стандартное биномиальное испытание с целью аттестации персонала, и испытание с более высокими требованиями для квалификации процедуры. Двухэтапное испытание предназначено для исключения не соответствующих требованиям процедур из процесса квалификационных испытаний, с целью экономии затрат. Стимулирующим фактором проведения двухэтапного испытания является проведение первого этапа для исключения процедуры, показатель пригодности которой недопустимо низкий. (Показатель пригодности процедуры представляет собой количественное соотношение обученных операторов, которые должны пройти испытание, используя данную процедуру.)

Двухэтапное испытание идеально подходит для сценария контроля, когда многие операторы должны использовать несколько стандартных процедур, которые могут существенно отличаться по эксплуатационным характеристикам. Если в наличии имеется только одна процедура или если каждый оператор применяет отдельную собственную специальную процедуру, то использование двухэтапного испытания невыгодно.

Для проведения двухэтапного испытания на обнаружение необходима та же самая информация, что и для стандартного биноминального испытания, с добавлением целевого показателя пригодности $R_{пригодности}$ для персонала. Целевой показатель годности является показателем, который пользователь рассматривает как приемлемый.

Часть квалификационного испытания (1-й этап) процедуры требует, чтобы каждый из числа (*M*) операторов, обученных процедуре, успешно прошел стандартное биноми-

нальное испытание на обнаружение. Стандартное биноминальное испытание на обнаружение, проведенное в соответствии с Т-1472.1, должно быть применено для аттестации персонала. Основная разница состоит в том, что для квалификационного испытания процедуры привлекаются более одного оператора. Важно, чтобы испытание процедуры проводилось операторами, которые являются представителями эксплуатационной группы (а не высококвалифицированными специалистами). Оператор, обученный процедуре, должен являться оператором, прошедшим стандартное обучение, необходимое для процедуры.

После того, как процедура будет испытана, отдельным операторам разрешается пройти аттестационные испытания второго этапа с использованием того же самого стандартного биноминальное испытания. Биноминальное испытание проводится таким образом, чтобы критические дефекты обнаруживались с ВО, равняющейся, как минимум, $ВО_{min,}$ а ложные сигналы составляли не более $ВЛС_{max}$ при уровне достоверности α.

Количество операторов (*M*), задействованных на первом этапе, выбирается таким образом, чтобы обеспечить желаемый показатель пригодности при 80% достоверности (т.е. пользователь может быть на 80% уверенным в том, что фактический показатель пригодности должен быть выше целевого значения). Ниже представлена формула для определения необходимого значения *M*:

$$M = \frac{\log(1 - 0.80)}{\log(R_{pass})} \qquad (5)$$

В таблице ниже представлены значения *M* , связанные с различными целевыми показателями пригодности.

Пользователь, по своему усмотрению, может выбрать количество операторов (*M*), задействованных на первом этапе квалификационного испытания. Как можно увидеть из таблицы ниже, чем больше значение *M*, тем строже становится стадия испытания, и тем выше становится показатель пригодности на втором этапе испытания. По сути, при большом числе *M*, пользователь может полностью исключить второй этап испытания.

Т-1472.3 Итеративное испытание на обнаружение. Данное испытание на обнаружение применяется, когда испытательные образцы являются крайне дорогостоящими или их количество ограничено. Оно построено таким же образом, что и стандартное биноминальное испытание, описанное в Т-1472.1, однако, при этом испытании претендент участвует в испытаниях с один и тем же самым комплектом образцов более одного раза для получения желаемого размера выборки.

Используется менее 10 дефектов, но они применяются слепым способом. Дефекты повторно используются в итеративном слепом и случайном процессе. Этот способ является экономичным способом увеличения количества образцов в комплекте. Дефектные и недефектные квалификационные элементы подвергаются контролю несколько раз до тех пор, пока не будет достигнут желаемый размер выборки и соответствующий уровень достоверности. Образцы должны быть неотличимы друг от друга для того, чтобы каждый контроль являлся независимым, а группа операторов не могла опознать образец или дефекты. Количество квалификационных элементов без дефектов должно, как минимум, равняться количеству дефектных квалификационных элементов или превышать его. Таблица Т-1472.1 может быть использована для определения размера образца дефекта, пропусков и ВО для заданного уровня достоверности.

ТАБЛИЦА Т-1472.2
НЕОБХОДИМОЕ КОЛИЧЕСТВО ОПЕРАТОРОВ НА ПЕРВОМ ЭТАПЕ И ЦЕЛЕВОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИГОДНОСТИ

Целевой показатель пригодности ($R_{пригодности}$)	Количество операторов на первом этапе *(M)*
50	3
60	4
70	5
80	8
90	15
95	32

Т-1480 ОЦЕНКА

Владелец и, если применяется, по подведомственности, УКО, независимая третья сторона, продавец, выполняющий контроль или другой пользователь, должен оценить отчет о техническом обосновании и результаты демонстрационного испытания эксплуатационных характеристик, предоставленные руководителем для определения пригодности системы. Оценка должно быть основана на критериях, установленных в пределах протокольного документа.

Т-1490 ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРОТОКОЛЫ

Документация по демонстрационным испытаниям эксплуатационных характеристик должна включать следующую информацию:

(a) Документ с техническим обоснованием

(b) Процедуры НРК, включая применяемые существенные переменные

(c) Описание использованного оборудования, включая протоколы калибровки

(d) Описание образцов, использованных для выполнения демонстрационного испытания

(e) Сертификат о проведении демонстрационного испытания эксплуатационных характеристик. Сертификаты могут быть выданы отдельно на оборудование/процедуры и на работников.

СТАТЬЯ 14
ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I — ГЛОССАРИЙ ТЕРМИНОВ ПО КВАЛИФИКАЦИОННЫМ ИСПЫТАНИЯМ СИСТЕМ НРК

I-1410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее Обязательное Приложение используется для установления стандартных терминов и определений, которые появляются в Статье 14, Квалификационные испытания систем НРК.

I-1420 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

(a) В параграфе 1-1430 представлен перечень терминов и определений, которые используются в Статье 14, Квалификационные испытания систем НРК, и являются специфическими для соответствующего раздела Норм и правил.

(b) Термины и определения, связанные со специфическими приемами и системами контроля, указываются в Обязательном Приложении, распространяющемся на эти методы контроля. Другие термины и определения, использованные в рамках соответствующих Норм и правил проведения испытаний, являются специфическими для данного документа.

I-1430 ТРЕБОВАНИЯ

Следующие термины Норм и правил используются в данной Статье:

(a) Слепое демонстрационное испытание. Демонстрация эксплуатационных характеристик, когда оператор работает как с дефектными, так и качественными образцами, которые являются визуально неотличимыми, с целью доказательства способности системы контроля правильно обнаруживать и измерять параметры мест расположения дефектов.

(b) Обнаружение. Когда образец или квалификационный элемент правильно интерпретируется как дефектный.

(c) Существенные переменные. Изменение в системе контроля, которое должно повлиять на способность системы функционировать удовлетворительно.

(d) Система неразрушающего контроля. Персонал, процедуры и оборудование, совокупно применяемые в указанном приеме контроля для оценки характеристик дефектов на интересующем объекте.

(e) Ложный сигнал. Когда образец или квалификационный элемент неправильно интерпретируется как дефектный или качественный.

(f) Вероятность ложного сигнала (ВЛС). Величина в процентах, получаемая в результате деления количества ложных сигналов на количество исследуемых образцов или квалификационных элементов.

(g) Квалификационный элемент. Подготовленный образец или установленный интервал (т.е. длина) в пределах образца, с известными характеристиками дефекта, который используется для оценки эксплуатационных характеристик системы контроля путем демонстрационного испытания.

(h) Уровень требований. Уровень достоверности, с которым данная система контроля должна быть продемонстрирована, основываясь на таких факторах, как требования пользователя, механизм разрушения и степень риска. Существует три уровня требований: низкий, промежуточный и высокий (см. Т-1424).

(i) Неслепое демонстрационное испытание. Демонстрационное испытание эксплуатационных характеристик, при котором оператор работает с испытательными образцами, содержащими четко опознаваемые места расположения дефектов известных размеров для доказательства способности системы контроля правильно обнаруживать и измерять места расположения дефектов.

(j) Несущественные переменные. Изменение в системе контроля, которое не должно повлиять на способность системы удовлетворительно функционировать.

(k) Демонстрационные испытания эксплуатационных характеристик. Демонстрационные испытания способности системы контроля точно оценивать образец с известными характеристиками дефектов в среде, моделирующей эксплуатационные условия.

(l) Вероятность обнаружения (ВО). Величина в процентах, получаемая в результате деления количества обнаружений на количество исследуемых дефектных образцов или квалификационных элементов. ВО указывает на вероятность того, что система контроля обнаружит данный дефект.

(m) Квалификация. Успешное документальное подтверждение способности системы контроля достигать цели квалификационных испытаний при необходимом уровне требований в соответствии с указаниями данной Статьи.

ПРИЛОЖЕНИЕ II — КРИТЕРИИ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ 07

II-1410 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ A08

Данное Обязательное Приложение содержит требования к трем уровням демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик для процедур ультразвукового контроля, оборудования и персонала, используемых для обнаружения и измерения дефектов в сварных швах и компонентах, применяемых по Строительным стандартам.

Конкретные требования, изложенные в соответствующем разделе Норм и правил – см. в Т-1410.

A08 II-1420 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Статья 14, п.п. Т-1410 - Т-1490 должна быть использована вместе с данным Приложением. Требования, изложенные в них, применяются во всех случаях, кроме случаев, когда в них вносятся изменения согласно настоящему Приложению.

Персонал должен быть аттестован согласно Статье 1, Т-120, и уровню жесткости требований, заданным для Статьи 14 и настоящего Приложения.

Выбор уровня жесткости требований (основной, промежуточный или высокий) должен осуществляться согласно соответствующему разделу Норм и правил и, при отсутствии указаний, за него отвечает Владелец/Пользователь.

Каждая организация должна иметь письменную программу, которая обеспечивает соответствие настоящему Приложению.

Каждая организация, которая производит ультразвуковую дефектоскопию, должна сертифицировать процедуры, оборудование и персонал в соответствии с настоящим Приложением.

Требования к демонстрационному испытанию эксплуатационных характеристик применяются ко всему персоналу, который занимается обнаружением, регистрацией или расшифровкой показаний или измерением дефектов.

Любая процедура, сертифицированная в соответствии с настоящим Приложением, является приемлемой.

Или же могут быть применены требования Раздела XI, Приложение VIII.

II-1430 ОБОРУДОВАНИЕ

II-1434 Квалификационные блоки

A08 II-1434.1 Низкий уровень. Квалификационные блоки должны быть изготвлены аналогично калибровочным блокам в соответствии со Статьей 4, Т-434 или Статьей 5.

A08 II-1434.2 Промежуточный уровень. Квалификационные блоки должны быть в соответствии с пунктами Т-434.1.2 - Т-434.1.6. Должно быть продемонстрировано приемлемое проведение процедуры на квалификационном блоке (или блоках), на котором имеются сварные швы, или которые имеют дефекты, полученные другими процессами, моделирующими необходимые дефекты. Блок должен содержать, как минимум, три осевых дефекта, ориентированных параллельно линии сплавления шва следующим образом: (1) один поверхностный дефект на стороне блока, представляющий поверхность наружного диаметра компонента; (2) один поверхностный дефект на стороне блока, представляющий поверхность внутреннего диаметра компонента и (3) один приповерхностный дефект.

Дефекты на квалификационных блоках должны представлять рассматриваемые дефекты для новой конструкции, такие как шлак, трещины или зоны неполного провара или проникновения, и для эксплуатируемой конструкции, такие как дефекты, представляющие рассматриваемые механизмы разрушения.

Если внутренняя и наружная поверхности сопоставимы (например, отсутствие покрытия или плакирования, одинаковые сварные узлы соединения и сварочные процессы и т.д.) и к ним есть доступ, то один поверхностный дефект может представлять как дефект внутренней поверхности, так и наружной.

ТАБЛИЦА II-1434-1
КРИТЕРИИ ПРИЕМКИ ДЕФЕКТА ДЛЯ СВАРНОГО ШВА ТОЛЩИНОЙ ОТ 4 ДО 12 ДЮЙМОВ

	4 дюйма ≤ *t* ≤ 12 дюймов	
Форматное соотношение, *a/l*	Поверхностный дефект, *a/t*	Приповерхностный дефект, *a/t*
0,00	0,019	0,020
0,05	0,020	0,022
0,10	0,022	0,025
0,15	0,025	0,029
0,20	0,028	0,033
0,25	0,033	0,038
0,30	0,038	0,044
0,35	0,044	0,051
0,40	0,050	0,058
0,45	0,051	0,067
0,50	0,052	0,076

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:

(a) *t* = толщина сварного шва, исключая любое допустимое усиление. Для стыкового сварного соединения двух элементов, имеющих различную толщину на шве, *t* это наименьшая из этих двух толщин. Если сварной шов с полным проплавлением включает угловой сварной шов, то толщина сужения углового сварного шва должна быть включена в *t*

(b) Приповерхностное показание должно быть рассмотрено как поверхностный дефект, если отделение показания от ближайшей поверхности компонента равняется половине размера сквозной толщины приповерхностного показания или меньше его.

Квалификационные блоки должны включать дефекты с длиной, не превышающей следующие значения, с высотой дефекта не более 25%*t* или ¼ дюйма (6 мм), выбирается меньшее:

(a) Для поверхностных дефектов, *¼* дюйма (6 мм) на блоках, имеющих толщину *t* до 4 дюймов (100 мм)

(b) Для приповерхностных дефектов

(1) *¼* дюйма (6 мм) для *t* до *¾* дюйма (19 мм)

(2) 1/3 *t* для *t* от ¾ дюйма (19 мм) до *2¼* дюйма (57 мм)

(3) ¾ дюйма (19 мм) для *t* от 2 $^{1}/_{4}$ (57 мм) до 4 дюймов (100мм)

(c) Для блоков толщиной более 4 дюймов (100 мм), **A08** блоки должны включать дефекты с размером не более значения, приемлемого согласно Таблице II-1434-1 или Таблицы II-1434-2 при толщине, проходящей квалификацию. На Рисунке II-1434 определены размеры поверхностных и приповерхностных дефектов.

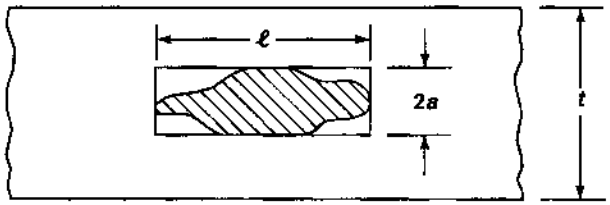
II-1434.3 Высокий уровень. Должны быть обеспечены **A08** квалификационные испытательные образцы, представляющие исследуемый сварной шов. Достаточное количество испытательных образцов должно быть исследовано для эффективной оценки распределения ошибок измерений и определения точной вероятности обнаружения (ВО) для конкретных механизмов разрушения или типов и размеров дефектов. Количество, размер, ориентация, тип и местоположение дефектов на образцах должно быть согласно соответствующему разделу Норм и правил или согласно указаниям Владельца/Пользователя (если в соответствующем разделе Норм

ТАБЛИЦА II-1434-2
КРИТЕРИИ ПРИЕМКИ ДЕФЕКТОВ ДЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ
ТОЛЩИНОЙ БОЛЕЕ 12 ДЮЙМОВ

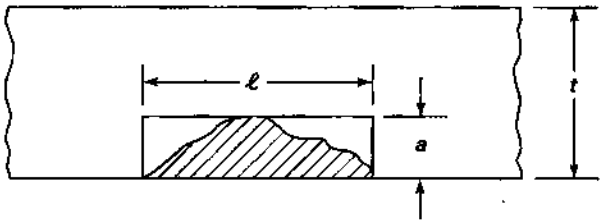
Форматное соотношение, *a/l*	Поверхностный дефект, *a*, дюймы	Приповерхностный дефект, *a*, дюймы
0,00	0,228	0,240
0,05	0,240	0,264
0,10	0,264	0,300
0,15	0,300	0,348
0,20	0,336	0,396
0,25	0,396	0,456
0,30	0,456	0,528
0,35	0,528	0,612
0,40	0,612	0,696
0,45	0,618	0,804
0,50	0,624	0,912

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:
(a) Для промежуточного форматного соотношения дефектов допустима линейная интерполяция *a/l*.
(b) *t* = толщина сварного шва, исключая любое допустимое усиление. Для стыкового сварного соединения двух элементов, имеющих различную толщину на шве, *t* это наименьшая из этих двух толщин. Если сварной шов с полным проплавлением включает угловой сварной шов, то толщина сужения углового сварного шва должна быть включена в *t*
(c) Приповерхностное показание должно быть рассмотрено как поверхностный дефект, если отделение показания от ближайшей поверхности компонента равняется половине размера сквозной толщины приповерхностного показания или меньше его.

РИС. II-1434 ОПИСАНИЕ ДЕФЕКТОВ К ТАБЛИЦАМ II-1434-1 И II-1434-2 A08



(a) Приповерхностный дефект



(b) Поверхностный дефект

и правил нет указаний), основанных на требованиях по степени ВО и уровню достоверности.

П-1440 ТРЕБОВАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

См. Т-1440.

A08 П-1450 ПРОВЕДЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ ДЕМОНСТРАЦИИ

Процедура контроля должна включать описание области применения, которое конкретно определяет границы применения процедуры; например, материал, включая значения толщины, тип изделия (отливки, поковки, лист, труба), спецификацию на материал или группу P-чисел, термообработку и предел прочности (если применяется).

Процедура контроля должна задавать следующие существенные переменные:

(a) приборы или систему, включая изготовителя и модель или серию импульсного генератора, приемника и усилителя

(b) искатели, включая изготовителя, модель или серию, а также следующие данные:

(1) номинальная частота

(2) режим распространения и номинальные углы проверки

(3) количество, размер, форма и конфигурация активных элементов и клиньев или башмаков

(4) погружение или соприкосновение

(c) кабель искателя, включая следующую информацию:

(1) тип

(2) максимальная длина

(3) максимальное количество соединителей

(d) методы обнаружения и измерения, включая следующую информацию:

(1) растровое изображение и направление главного лепестка

(2) максимальная скорость сканирования

(3) минимальная и максимальная частота повторения импульсов

(4) минимальная частота выборки (автоматические системы регистрации)

(5) объем сканирования и меры, которое необходимо предпринять для ограничения доступа

(6) поверхность, на которой проводится контроль

(e) методы калибровки как для обнаружения, так и для измерения (например, действия, необходимые для обеспечения повторяемости чувствительности и точности амплитуды сигналов и временных выходов системы контроля, отраженных, регистрируемых или автоматически обработанных от контроля к контролю)

(f) регистрируемые данные проверки и калибровки

(g) метод регистрации данных

(h) регистрирующее оборудование (например, ленточное, аналоговое, цифровое), если используется

(i) метод и критерии различимости показаний (например, геометрические в отношении показаний дефектов и для измерения длины и глубины дефектов)

(j) требования к подготовке поверхности

Процедура контроля должна указывать единственное значение или диапазон значений для перечисленных применяемых переменных.

II-1460 КАЛИБРОВКА

Любой метод калибровки может быть использован при условии, что он будет описан в письменной процедуре, а методы калибровки и измерения являются повторяющимися.

II-1470 КОНТРОЛЬ

См. T-1470.

II-1480 ОЦЕНКА

A08 **II-1481 Низкий уровень**

Приемлемые эксплуатационные характеристики определяются при обнаружении эталонных отражателей, заданных в соответствующей Статье 4, T-434 квалификационного блока. Или же, для приемов, при которых не используются уровни регистрации сигнала, приемлемые эксплуатационные характеристики определяются при демонстрации того, что все отображенные дефекты с регистрируемой длиной, включая максимально допустимые дефекты, показали длину, равную фактической длине заданных отражателей на квалификационном блоке, или превышают ее.

II-1482 Промежуточный уровень A08

Приемлемые эксплуатационные характеристики определяются следующим образом

(a) обнаружение дефектов в соответствии с п. T-1471 и определение размеров дефектов (длины и глубины), равных или больших по сравнению с фактическим размером; если не указано иначе соответствующим Разделом Норм и правил, или

(b) соответствие требованиям, изложенным в Разделе XI, Приложение VIII

II-1483 Высокий уровень A08

Приемлемые эксплуатационные характеристики определяются как соответствие одним из следующих требований:

(a) требования, изложенные в T-1472 и T-1480

(b) требования, заданные Владельцем/Пользователем

II-1490 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Программа демонстрационных испытаний эксплуатационных характеристик организации должна определять документацию, которая должна храниться в качестве протоколов квалификационных испытаний. Документация должна включать идентификацию персонала, процедуры НРК и оборудование, применяемые во время квалификационных испытаний, а также результаты демонстрации эксплуатационных характеристик. Образцы должны быть документально подтверждены только, если требуются /применяются, например, образцы, используемые при слепых или PDI квалификационных испытаниях, не нужно подтверждать документально.

СТАТЬЯ 15 ТЕХНОЛОГИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (ACFMT)

T-1510 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

(a) В настоящей Статье приведено описание прием, используемый для контроля сварных швов на несплошности линейного типа длиной от / дюймов (6 мм) при помощи технологии измерения поля переменного тока (ACFMT).

(b) Прием контроля ACFMT, представленный в данной статье, используется при наличии указания в соответствующем разделе Норм и правил. В целом, настоящая статья соответствует документу SE-2261, Standard Practice for Examination of Welds Using the Alternating Current Field Measurement Technique (Общепринятая методика контроля сварных швов по технологии измерения поля переменного тока).

T-1520 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Метод ACFMT может быть применен для определения трещин и других линейных поверхностных и подповерхностных несплошностей сварных швов на металлических материалах. Наилучшие значиения чувствительности - к поверхностным несплошностям, причем чувствительность стремительно ухудшается с увеличением глубины. В принципе, данная технология включает наведение магнитного поля переменного тока в поверхности материала ярмом магнита, установленным в ручном зонде, который, в свою очередь, образует равномерный поток переменного тока в материале. Глубина проникновения тока зависит от типа материала и частоты поля. Поверхностные и подповерхностные несплошности прерывают или нарушают поток тока, создавая изменения в результирующих магнитных полях поверхности, которые определяются сенсорными обмотками зонда.

T-1521 Дополнительные требования

Контроль ACFMT некоторых типов сварных швов (например, из разоднородных материалов, аустентных, дуплексных сталей и т.д.) может оказаться невыполнимым или может обеспечить большее пороговое значение определения дефектов (например, по глубине), нежели при контроле швов углеродистых и низколегированных ферритных сталей ввиду большого разброса значений магнитной проницаемости между швом, зоной термического влияния и материалом. В таких случаях необходимо изменять и/или дополнять содержание данной статьи в соответствии с T-150(a). Дополнительные необходимые позиции – модели производствыенных сварных швов с контрольными канавками или другими несплошностями, полученными механической обработкой рядом с покрытием, полученным наплавкой с помощью дуговой сварки, а также непосредственно на нем.

T-1522 Требования к письменной процедуре

T-1522.1 Требования. Контроль ACFMT должен быть выполнен в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, помимо всего прочего, требования, приведенные в таблице T-1522. Письменная процедура должна устанавливать отдельные значения или диапазон значений для каждого требования.

T-1522.2 Квалификация процедуры. Если задана квалификация процедуры, изменение требования в таблице T-1522, обозначенного как существенная переменная, требует повторной квалификации письменной процедуры в виде демонстрационных испытаний. Изменение требования, обозначенного как несущественная переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения существенных или несущественных переменных в письменной процедуре от указанных значений требуют изменения или дополнения письменной процедуры.

T-1530 ОБОРУДОВАНИЕ

T-1531 КИП

КИП и программное обеспечение для метода ACFMT должно обеспечивать возможность работы в частотном диапазоне от 1 до 50 кГц. На дисплее должны быть представлены графики по времени или расстоянию x составляющей магнитного поля B_x, параллельной перемещению зонда, z составляющей магнитного поля B_z, перпендикулярной к обследуемой поверхности, а также комбинированного графика B_x и B_z (т.е. бабочкообразная диаграмма).

T-1532 Зонды

Номинальная частота должна быть 5 кГц за исключением случаев, когда переменные, например материалы, состояние поверхности или покрытия требуют использования других частот.

T-1533 Калибровочные блоки

T-1533.1 Общие сведения

T-1533.1.1 Материал блоков. Материал, из которого изготовлен блок, должен быть той же формы и технических требований на материал или равнозначной группы по P-номеру, что и обследуемый материал.

ТАБЛИЦА Т-1522
ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ МЕТОДОМ ACFMT

Требования (по мере применимости)	Существенная переменная	Несущественная переменная
КИП (модель и заводской номер)	X	…
Зонды (модель и заводской номер)	X	…
Направление и объем сканирования	X	…
Способ измерения величины показания (длина и глубина), при необходимости	X	...
Покрытие	X	…
Толщина покрытия (только увеличение)	X	…
Требования к аттестации качества работы персонала, при необходимости	X	…
Способ подготовки поверхности	…	X
Требовании к аттестации персонала	…	X

Т-1533.1.2 Материал сварного шва. Блоки, изготовленные из материалов группы Р-3 или выше, должны иметь в своем составе репрезентативный сварной шов, той же группы А-номера, как и подлежащий контролю сварной шов.

Т-1533.1.3 Канавки. Для поверки правильности работы системы следует использовать канавки известной глубины и длины.

Т-1533.1.4 Качество. До начала изготовления материал блока должен быть полностью обследован установкой ACFMT на отсутствие показаний, которые могут помешать процессу поверки.

Т-1533.1.5 Термическая обработка. На блоке должен быть проведен, по меньшей мере, минимальный отпуск, требуемый по ТУ на материал по типу и марке.

Т-1533.1.6 Остаточная намагниченность. Блок должен быть проверен на остаточную намагниченность и, при необходимости, размагничен.

Т-1533.2 Калибровочные блоки. Конфигурация калибровочных блоков и канавки должны быть такими, как показано на рис. Т-1533. Канавки должны пройти механическую обработку по основанию (например, зона термического влияния) и по сварному шву для блоков со сварными швами.

Т-1540 РАЗНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Т-1541 Подготовка поверхности в соответствии с требуемыми условиями

(a) Удовлетворительные результаты обычно достигаются, когда поверхности непосредственно после сварки, прокатки, литья или ковки. В любом случае, подготовка поверхности шлифованием может скрыть показания и ее следует избегать по возможности или сводить к минимуму.

(b) Перед тем, как проводить обследование методом ACFMT, необходимо очистить поверхность вместе с прилегающими участками на расстоянии 25 мм от грязи, окалины, сварочного флюса, масла, магнитных покрытий или других инородных веществ, которые могут повлиять на результаты обследования.

(c) Очистка может быть осуществлена любым способом, который не оказывает негативного влияния на деталь или метод контроля.

(d) Если немагнитные покрытия остались на детали в области, подлежащей обследованию, то следует убедиться, что показания могут быть получены через максимальную толщину имеющегося покрытия.

Т-1542 Размагничивание

Остаточные магнитные поля могут повлиять на наведенные поля ACFMT и могут дать ложные показания; следовательно, контроль методом ACFMT должен быть проведен перед магнитопорошковой дефектоскопией (МТ). Если ACFMT проводят после МТ, поверхность должна быть размагничена при наличии сильных остаточных полей.

Т-1543 Обозначения участков сварнх швов, подлежащих контролю

(a) Расположение сварного шва. Расположение сварного шва и его идентификация должны быть зафиксированы в диаграмме расположения сварных швов или в схеме обозначений.

(b) Маркировка. Если сварные швы должны иметь постоянную маркировку, можно использовать слабонажимные штампы и/или виброинструмент, если не запрещено согласно соответствующему разделуНорм и Правил.

(c) Система координат. Каждый сварной шов должен быть расположен и обозначен согласно системе контрольных точек. Система должна обеспечивать возможность идентификации каждого сварного шва и обозначения равных интервалов по длине сварного шва.

Т-1560 КАЛИБРОВКА

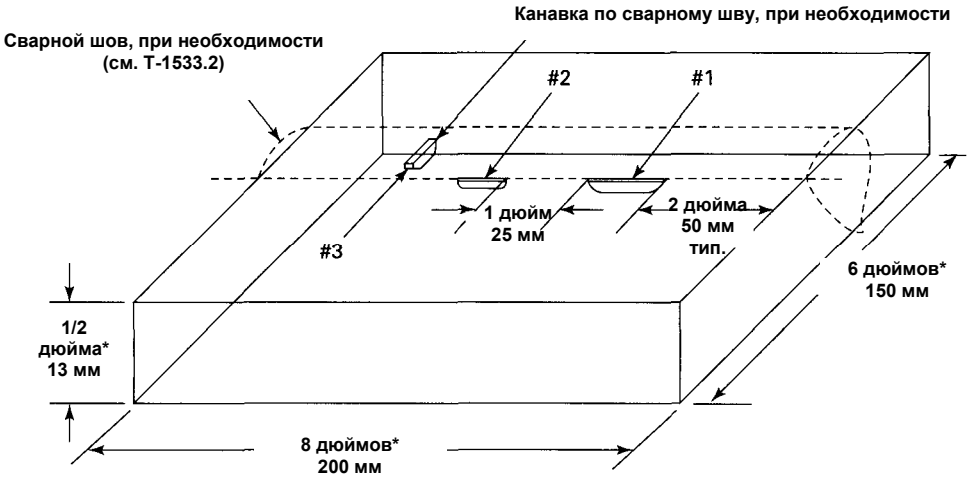
Т-1561 Основные требования

Т-1561.1 Система ACFMT. Калибровать следует всю систему ACFMT (например, КИП, программное обеспечение, компьютер, зонд и кабель) и делать это следует перед использованием системы.

Т-1561.2 Зонды. Для калибровки должен использоваться тот же зонд, что и для обследования.

Т-1561.3 Параметры настройки. КИП Все параметры настройки КИП, которые влияют на отклик из контрольных канавок, должны быть одинаковыми при калибровке, поверке и обследовании.

РИС. Т-1533 КАЛИБРОВОЧНЫЙ БЛОК ACFMT



*Минимальные размеры

Номер эллип-тич. канавки	Длина, дюйм (мм)	Глубина, дюйм (мм)	Ширина, дюйм (мм)
1	2 (50)	0,2 (5)	
2	0,25 (6)	0,1 (2,5)	0,02 (0,5) макс,
3	0,25 (6)	0,1 (2,5)	

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ:
(a) Допуск по глубине канавки должен быть ± 0,01 дюйма (± 0,2 мм).
(b) Допуск по длине канавки №1 должен быть ± 0,04 дюйма (± 1 мм).
(c) Допуск по длине канавки №2 и №3 должен быть ± 0,01 дюйма (± 0,2 мм).
(d) Канавки должны быть эллиптической формы.
(e) Канавка №3 требуется только в том случае, если блок содержит сварной шов.

Т-1562 Калибровка

Т-1562.1 Прогрев. КИП перед калибровкой должны быть включены и прогреты минимум в пенриод, указанный изготовителем.

Т-1562.2 Зонд. При использовании должны быть подключены к КИП выбранный зонд и удлинитель, и загружен стандартный файл изготовителяданного зонда.

Т-1562.3 Скорость сканирования КИП. Скорость сканирования КИП должна быть установлена на максимум для использования в ходе обследования.

Т-1562.4 Частота сканирования зонда. КИП должны быть откалиброваны путем прохождения зонда над канавками калибровочного блока и фиксирования откликов. Измерительная головка зонда должна быть направлена параллельно длине канавки и должна касаться поверхности, которая будет обследована. Частота сканирования зонда не должна превышать размеров того, что отбражает петля типа "бабочка" от канавки №1 на 50% (±10%) всей шкалы в высоту и 17,5% (±20%) от всей шкалы в ширину, а также должны легко определяться сигналы откликов от самой маленькой канавки.

Т-1562.5 Чувствительность зонда. Если требования пункта Т-1562.4 не могут быть выполнены, чувствительность зонда должна быть настроена, загружен другой файл или выбран другой зонд, а канавки снова просканированы в соответствии с пунктом Т-1562.4.

Т-1563 Подтверждение эксплуатационных характеристик

Т-1563.1 Изменения в системе. Если любая часть системы обследования изменена, должна быть проведена контрольная поверка на калибровочном блоке, с целью убедиться, что эти параметры удовлетворяют требованиям пункта Т-1562.2.

Т-1563.2 Регулярные проверки. Регулярные проверки должны проводиться по окончании каждого обследования или ряда однотипных обследований, а также в случае смены персонала. Отклик от канавки №1 не должен отклоняться более чем на 10% ни по B_x, ни по B_z. Если отклонение чувствительности более чем на 10%, все данные с момента последней действующей контрольной поверки должны быть помечены, как недействительные или удалены, а поверхность, к которой относятся недействительные данные, должна пройти повторное обследование.

Т-1570 КОНТРОЛЬ

Т-1571 Общие требования к контролю

Т-1571.1 Скорость движения зонда. Максимальная скорость сканирования и частота сканирования зонда должны соответствовать пункту Т-1562.4.

Т-1571.2 Контакт зонда. Зонд должен находиться в постоянном контакте с обследуемой поверхностью в процессе сканирования.

Т-1571.3 Направление поля. Минимум два независимых обследования должны быть проведены на каждом участке, если иного не оговорено в соответствующем разделе Норм и Правил. В ходе второго обследования зонд следует расположить перпендикулярно его положению при первом обследовании.

Т-1572 Охват контроля

Сварной шов следует сканировать путем размещения зонда на кромке лицевой поверхности шва сварного шва с ориентацией измерительной головки зонда параллельно продольному направлению сварного шва. Затем зонд следует перемещать вдоль сварного шва параллельно кромке лицевой поверхности. Второе продольное сканирование должно быть выполнено вдоль противоположной кромке лицевой поверхности шва. Оба этих сканирования должны быть повторены в соответствии с пунктом Т-1571.3. Если ширина сварного шва превышает ¾ дюйма (19 мм), необходимо провести дополнительное сканирование вдоль осевой линии сварного шва, если иного не указано.

Т-1573 Перекрытие

Перекрытие между последовательными сканированиями должно быть минимум 25 мм.

Т-1574 Интепретация

Интепретация должна показать, являются ли показания ложными, незначимыми или значимыми. В отношении ложных и незначимых показаний должно быть доказано, что они являются ошибочными или незначимыми. Интепретация должна быть выполнена для определения положения и объема несплошностей, а также их линейности или нелинейности. Определение размеров несплошности (длины и глубины) не требуется за исключением тех случаев, когда это указано в соответствующем Разделе Норм и Правил.

Т-1580 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Все показания должны быть оценены в соответствии со стандартами по приемке соответствующего Раздела Норм и Правил.

Т-1590 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Т-1591 Регистрация показаний

Т-1591.1 Приемлемые показания. Приемлемые показания должны быть зарегистрированы, как указано в оответствующем Разделе Норм и Правил.

Т-1591.2 Неприемлемые показания. Неприемлемые показания должны быть зафиксированы. Помимо всего прочего, должен быть зафиксирован объем и положение.

Т-1592 Отчет о проведении контроля

Для каждого обследования должна быть зафиксирована следующая информация:

(a) обозначение процедуры и редакция;

(b) обозначение КИП ACFMT (включая заводской номер изготовителя);

(c) обозначение программного обеспечения и версия;

(d) обозначение зонда (включая заводской номер изготовителя и частоту);

(e) обозначение файла зонда и изменения;

(f) обозначение калибровочного блока;

(g) обозначение и расположение сварного шва или обследуемой поверхности;

(h) карта или отчет об обнаружении неприемлемых показаний или бездефектных участков;

(i) участки с ограниченным доступом или недоступные сварные швы;

(j) Ф.И.О. персонала, проводившего обследование и, если этого требует соответстующий Раздел Норм и Правил, уровень аттестации;

(k) дата обследования.

Т-1593 Отчет

Должен быть оформлен отчет о проведенных обследованиях. Отчет должен включать в себя позиции, приведенные в пунктах Т-1591 и Т-1592. Отчет должен быть зарегистрирован и сохранен согласно требованиям соответствующего Раздела Норм и Правил.

Т-1594 Демонстрационные испытания

Проведение демонстрационных испытаний, если того требует соответствующий Раздел Норм и Правил, должно быть зафиксировано в документах.

СТАТЬЯ 16
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ УТЕЧКИ ТРУБ (MFL)

Т-1610 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая статья описывает требования к оборудованию, применяемому для электромагнитного контроля утечки труб (MFL) в отношении к проведению контроля по одной стороне покрытых и непокрытых ферромагнитных материалов. MFL используется при обследовании труб и трубопроводов для обнаружения непроваренных участков продольных сварных стыков. Данный метод также используется в качестве метода послемонтажного обследования для оценки состояния листовых материалов, таких, как настилы баков-накопителей, трубопроводов на предмет коррозии или других форм разрушений. Другие дефекты, которые могут быть обнаружены - это трещины, волосовины, непровары, неполное проплавление, вмятины, плены, неметаллические включения и т.д.

Если данная статья указана в соответствующем разделе Норм и Правил, описанный в этой статье метод MFL должен использоваться с Общими требованиями Статьи 1.

Т-1620 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Т-1621 Требования к аттестации персонала

Пользователь настоящей статьи должен нести ответственность за документально оформленное обучение, аттестацию и сертификацию персонала, выполняющего MFL обследование. Персонал, проводящий дополнительные обследования, такие как ультразвуковая дефектсокопия, должен иметь аттестацию согласно соответствующему Разделу Норм и Правил.

Т-1622 Требования к квалификации оборудования

Показатель работоспособности оборудования - успешное прохождение поверки установки и испытаний работоспособности, как указано далее.

Т-1622.1 Контрольные образцы. Для всех MFL обследований должен быть предусмотрен контрольный лист или секция трубы для того, чтобы перед использованием убедиться, что оборудование работает в соответствии с техническими требованиями изготовителя. Контрольный пластинчатый образец должен быть из материала такой же номинальной толщины, формы и структуры, как обследуемый элемент. Пластинчатый образец должен иметь канавки или другие несплошности, полученные механической обработкой по нижней стороне листа, как показано на рис. Т-1622.1.1. Контрольный образец труб или трубопроводов должен состоять из трубы такого же номинального размера, формы и состава материала, что и обследуемый элемент. Образец трубы и трубопровода должен иметь канавки, полученные механическо обработкой по внутренней и наружной стороне, как показано на рис. Т-1622.1.2. Глубина и ширина искусственных несплошностей должна быть аналогичной размерам и физическим характеристикам несплошностей, которые должны быть обнаружены. Если во время проведения обследования будет присутствовать немагнитное покрытие или временная изоляция, контрольный образец должен быть покрыт и накрыт немагнитными покрытиями или изоляцией максимальной толщины, которая может встретиться во время обследования.

Т-1622.2 Поверка системы и функциональные проверки. Процедура поверки, рекомендуемая изготовителем, должна обеспечивать полную уверенность в том, что система работает так, как это предусмотрено при проектировании. Функциональные проверки должны выполняться сканированием контрольной пластины по всему диапазону скоростей сканирования, которые будут использоваться при обследовании. Настройки оборудования должны быть зафиксированы документально.

Т-1622.3 Подтверждение эксплуатационных характеристик. Функциональные проверки должны проводиться в начале и в конце каждого обследования, каждые 8 часов или если оборудование работало неисправно и прошло ремонт. Если обнаружена неисправность оборудования, следует выполнить необходимые регулировки, а все участки, обследованные с момента последней проверки эксплуатационных характеритик, должны пройти повторный контроль.

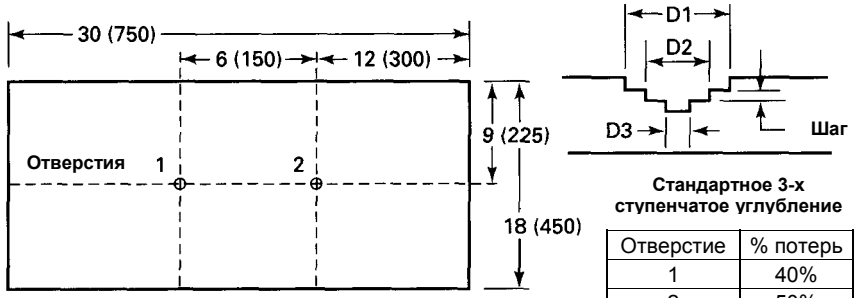
Т-1623 Требования к письменной процедуре

Т-1623.1 Требования. MFL обследование должно быть выполнено в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, помимо всего прочего, требования, представленные в таблице Т-1623. Письменная процедура должна устанавливать отдельные значения или диапазон значений для каждого требования.

Процедура должна указывать, помимо всего прочего, идентификацию дефектов, контрольные материалы, используемые для настройки оборудования, положение и схему дефектов и охват контроля. Процедура также должна указывать напряжённость поля магнитов, работу датчиков, работу аппаратуры для обработки сигнала. В процедуре должны быть определены другие методы обследования, используемые вместе с MFL,.

РИС. T-1622.1.1 РАЗМЕРЫ КОНТРОЛЬНОЙ ПЛАСТИН

Толщина листа	Количество отверстий	Количество ступенец	Длина ступе-ни	Диаметр D1	Диаметр D2	Диаметр D3	Диаметр D4	Диаметр D5
¼ (6)	1	3	0,032 (0,8)	0,47 (12)	0,32 (8)	0,12 (3)		
	2	4	0,032 (0,8)	0,62 (16)	0,47 (12)	0,32 (8)	0,12 (3)	
5/16 (8)	1	4	0,032 (0,8)	0,62 (16)	0,47 (12)	0,32 (8)	0,16 (4)	
	2	5	0,032 (0,8)	0,78 (20)	0,62 (16)	0,47 (12)	0,32 (8)	0,16 (4)
3/8 (10)	1	4	0,039 (1)	0,78 (20)	0,59 (15)	0,39 (10)	0,2 (5)	
	2	5	0,039 (1)	0,96 (24)	0,78 (20)	0,59 (15)	0,39 (10)	0,2 (5)

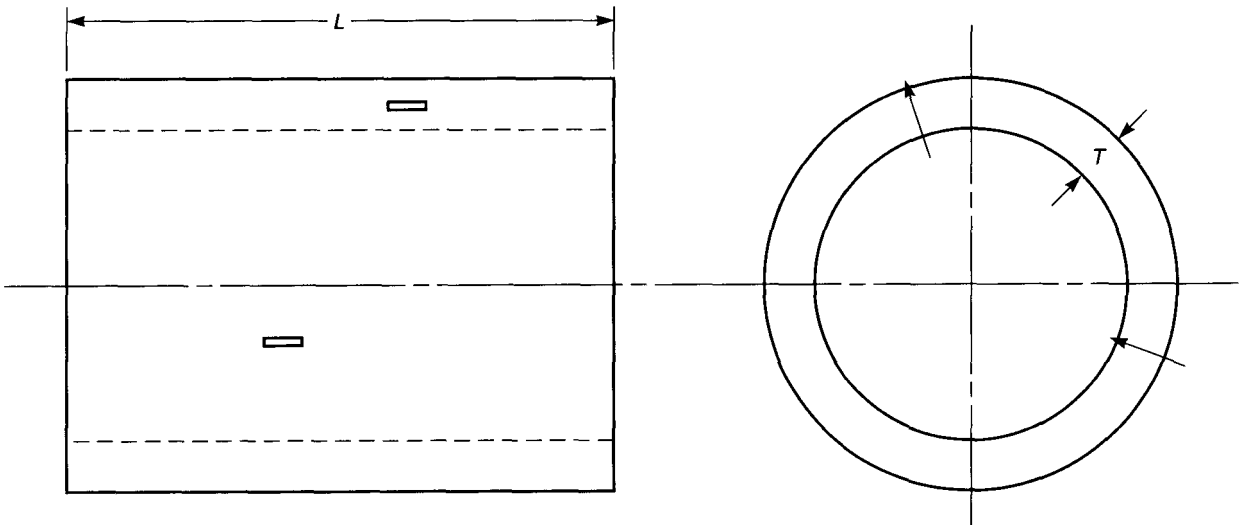


Стандартное 3-х ступенчатое углубление

Отверстие	% потерь
1	40%
2	50%

ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Размеры эталонов дюймах (мм).

РИС. T-1622.1.2 РАЗМЕРЫ КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА ТРУБОПРОВОДОВ ИЛИ ТРУБ



Размеры типового блока

Минимальная длина *L* 8 дюймов (200 мм) или 8*T*, выбирается большее значение
Полная длина окружности

Размеры специальной канавки

Длина *L* – 1 дюйм (25 мм) максимум
Глубина *D* – 10% двойной допуск (+10% - 20%) по глубине
Ширина – 0,010 дюйма (0,25 мм) максимум
Расположение – не ближе, чем 37 от любого края блока или другой канавки под углом минимум 90 градусов от соседней канавки (ок)

ТАБЛИЦА Т-1623
ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Требования	Существенная переменная	Несущественная переменная
Изготовительоборудования/модель	X	…
Тип датчика: изготовительи модель	X	…
Скорость сканирования/диапазон скорости	X	…
Перекрытие	X	…
Отрыв	X	…
Обследуемый материал	X	…
Диапазон толщин материала и размеры	X	…
Контрольные образцы и калибровочные материалы	X	…
Программное обеспечение	X	…
Оценка показаний	X	…
Приведение состояния поверхности к определенным техническим требованиям	X	…
Толщина покрытия/листа	X	…
Требования демонтсрационных испытаний, при необходимости	X	…
Технология сканирования (дистанционно/вручную)	…	X
Оснащение для сканирования/зажимные приспособления	…	X
Требования к аттестации персонала	…	X

Т-1623.2 Квалификация процедуры. Если задана квалификация процедуры, то при изменении требования в таблице Т-1623, обозначенного, как существенная переменная, требуется повторная квалификация письменной процедуры. Изменение требования, обозначенного как несущественная переменная, не требует повторной квалификации записанной процедуры. Все изменения существенных или несущественных переменных, которые указаны в письменной процедуре, требуют корректировки илидополнения пиьсменной процедуры.

Т-1630 ОБОРУДОВАНИЕ

Оборудование должно состоять из магнитов, датчика или матрицы датчиков и соответствующей электронной схемы. Эталонный индикатор, например линейная шкала или линейная матрица светодиодов, следует использовать для идентификации приблизительного поперечного положения показаний. Оборудование может быть предусмотрено для ручного сканирования или сканирования при помощи электропривода. Для определения и классификации несплошностей может быть использовано программное обеспечение.

Т-1640 ТРЕБОВАНИЯ

(a) Поверхность должна быть очищена от окалины и мусора, который может помешать обследованию и движению сканера. Поверхность должна быть достаточного плоской, чтобы свети к минимуму лишних изменения при отрыве и вибрации.

Дополнительные технологии должны применяться, чтобы учесть переменные, свыше указанных в процедуре.

(b) Очистка может быть выполнена при помощи потока воды большого давления или пескоструйной обработки. Если материал с покрытием и покрытие не удалено, следует доказать, что оборудование MFL может определить указанные дефекты через максимальную толщину временного листа или покрытия.

(c) Если временный лист или покрытие проложен между сканером и листом для обеспечения гладкости поверхности, например, на поверхности с большим количеством изъявлений, следует убедиться, что оборудование может найти указанные дефекты через максимальную толщину временного листа или покрытия.

Т-1650 КАЛИБРОВКА

MFL оборудование должно проходить повторную калибровку ежегодно и всякий раз, когда на оборудовании были обнаружено большие повреждения, повлекшие ремонт оборудования. Если оборудование не использовалось 1 год и более, то калибровка должна быть проведена перед первым использованием.

Т-1660 КОНТРОЛЬ

(a) Участки для обследования должны быть просканированы в соответствии с письменной процедурой. Каждый проход блока датчиков должен быть выполнен с перекрытием в соответствии с письменной процедурой.

(b) Блок должен быть просканирован вручную или при помощи электропривода. Другие методы обследования могут быть использованы в соответствии с письменной процедурой для покрытия участков, недоступных для MFL. Типовые примеры недоступных участков - это сварные швы внахлест в цистернах-накопителях и угловые сварные швы близко с корпусом или другими преградами, такие, как колонны крыши и отстойники.

(c) Обнаруживаемые MFL дефекты, превышающие сигналы критериев приемки должны быть приняты после дополнительного(ых) обследований или отклонены. Дополнительное обследование должно быть выполнено в соответствии с письменной процедурой.

(d) В случае, когда требуется определение линейных дефектов, должно быть проведено дополнительное сканирование в направление прямо перпендикулярном исходному направлению сканирования.

Т-1670 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Все показания должны быть оценены согласно соответствующему Разделу Норм и Правил.

Т-1680 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Отчет об обследовании должен содержать следующую информацию:

(a) технические требования к листовому материалу, номинальная толщина стенки, диаметр трубы соответственно;

(b) описания, такие, как чертежи/эскизы, отчеты по обследованным участкам и/или недоступным участкам;

(c) обозначение процедуры, используемой для обследования;

(d) чувствительность системы (минимально определяемый размер дефекта);

(e) расположение, глубина и тип всех дефектов, которые встретились или вышли за пределы критериев отчета;

(f) Ф.И.О. персонала, проводящего обследование и, если этого требуют соответствующий раздел Норм и правил, уровень аттестации;

(g) модель и заводской номер оборудования, использованного для обследования, включая дополнительное оборудование;

(h) дату и время обследования;

(i) дату и время проведения поверок эксплуатационных характеристик; и

(j) дополнительно используемые методы и ссылка на соответствующие отчеты.

СТАТЬЯ 17
ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТОДОМ ДИСТАНЦИОННОГО НАВЕДЕНИЯ ПОЛЯ (RFT)

Т-1710 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

(a) Настоящая Статья содержит технологию и требования к дефектоскопии методом дистанционного наведения поля (RFT) и оборудованию.

(b) Если соответствующим Разделом Норм и Правил предусмотрено RFT обследование, применяют требования Статьи 1, Общие требования.

(c) Определение терминов для RFT обследования приведены в Статье 1, Приложение I, Перечень терминов для неразрушающего контроля, Подраздел B, Статья 26, SE-2096, In Situ Examination of Ferromagnetic Heat Exchanger Tubes Using Remote Field Testing (Контроль ферромагнитных трубок теплообменника на месте с использолванием методов дистанционного наведения поля), и Статье 30, SE-1316, Standard Terminology for Nondestructive Examination (Стандартная терминология для неразрушающего контроля).

A08 *(d)* Статья 26, SE-2096, Standard Practice for In Situ Examination of Ferromagnetic Heat Exchanger Tubes Using Remote Field Testing (Общепринятая методика контроля ферромагнитных трубок теплообменников на месте с использованием методов дистанционного наведения поля), должна быть использована, как указано в этой статье.

ТАБЛИЦА Т-1721 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ RFT ОБСЛЕДОВАНИЯ

Требования (соответственно)	Существенная переменная	Несущественная переменная
Частота(ы)	X	
Режим (дифференциальный/ абсолютный)	X	
Минимальный коэффициент заполнения	X	
Тип зонда	X	
Изготовитель оборудования/ модель	X	
Скорость сканирования	X	
Тип эталона с искусственными дефектами	X	
Материал трубы, размер и класс	X	
Способ анализа результатов	X	
Квалификация процедуры, при необходимости	X	
Аттестация персонала		X
Сканирующее оборудование/зажимные приспособления		X
Подготовка поверхности трубы		X
Оборудование для регистрации данных		X
Нумерация трубы		X
Форма отчета		X

Т-1720 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Т-1721 Требования к письменной процедуре

Т-1721.1 Требования. Контроль RFT должен быть проведен в соответствии с письменной процедурой, которая должна содержать, помимо всего прочего, требования, представленные в Таблице Т-1721. Письменная процедура должна устанавливать отдельные значения или диапазон значений для каждого требования.

Т-1721,2 Квалификация процедуры. Если указана квалификация процедуры, то при изменении требования в таблице Т-1721, обозначенного, как существенная переменная, требуется повторная квалификация письменной процедуры. Изменение требования, обозначенного как несущественная переменная, не требует повторной квалификации письменной процедуры. Все изменения существенных или несущественных переменных, которые указаны в письменной процедуре, требуют изменения или дополнения пиьсменной процедуры.

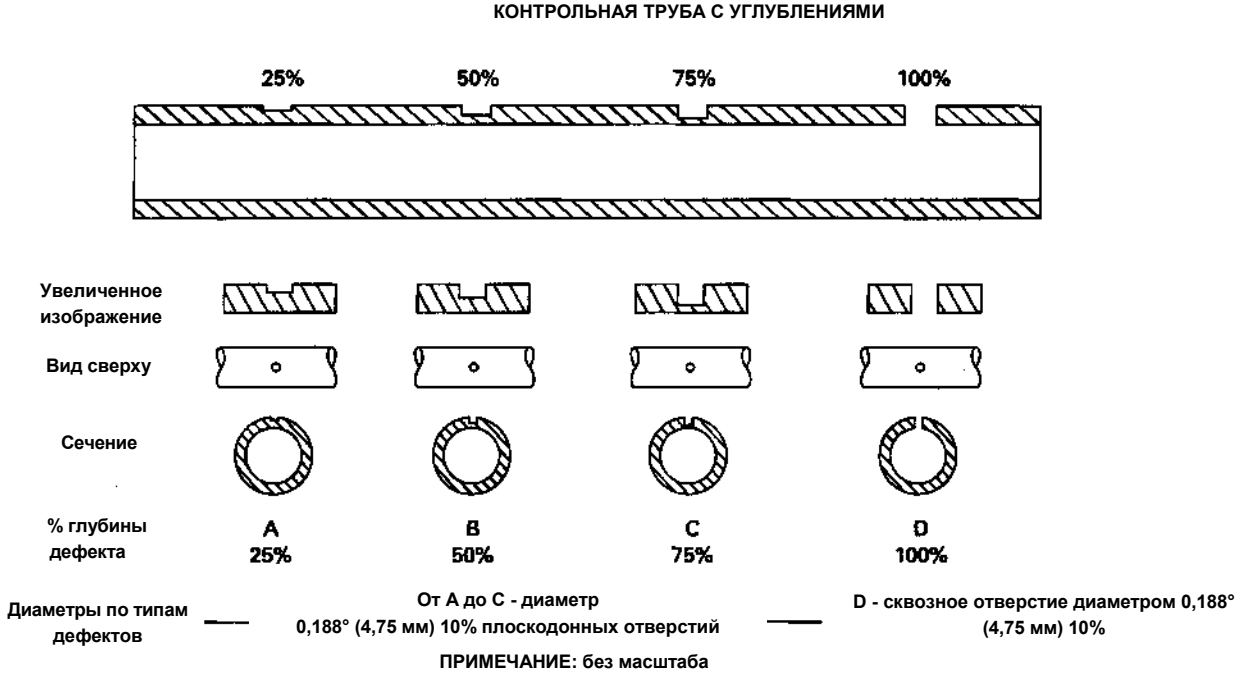
Т-1722 Требования к персоналу

Пользователь данной Статьи должен быть ответственен за аттестацию персонала, проводящего RFT обследование в соответствии с требованиями данной Статьи. Рекомендации по обучению и аттестации операторов системы RFT описаны в SE-2096. Персонал, проводящий RFT обследования, должен быть аттестован согласно требованиям соответствующего Раздела Норм и Правил.

Т-1730 ОБОРУДОВАНИЕ

Существенными составляющими системы является оборудование RFT, обеспечивающее возможность работы в абсолютном или дифференциальном режиме (или обоих режимах), как указано в письменной процедуре, вместе с соответствующими зондами и устройством регистрации данных RFT в подходящем для обработки и хранения формате. Способ отображения сигналов должен быть основан на Плоскости напряжения (также известного, как плоскость полных сопротивлений, график плоскости напряжения в полярных координатах и X-Y табло). Для сканирования может быть использовано оборудование и зажимные приспособления для передвижения зондов в трубах.

РИС. Т-1762 КОНТРОЛЬНАЯ ТРУБА С УГЛУБЛЕНИЯМИ (СТАНДАРТНАЯ)



Т-1750 ТЕХНОЛОГИЯ

(a) Для данного обследования допускается применение одно- или многочастотных методов.

(b) После выбора частот контроля и завершения настройки с использованием контрольного эталона: зонд должен быть протянут через трубы, которые должны быть обследованы, на равномерной скорости, соответствующей частоте обследования, цифровой частоте выборки и требуемому диапазону чувствительности к дефектам. Данная скорость сканирования должна применяться для обследования.

Т-1760 КАЛИБРОВКА

Т-1761 Калибровка КИП

Аппаратура RFT должна проходить повторную калибровку ежегодно и в тех случаях, когда оборудование было повреждено и/или после каждого капитального ремонта. Перед первым применением следует провести калибровку, если оборудование не использовалось год и более. К оборудованию RFT должна быть приложена бирка или иной документ с указанием даты калибровки и даты повторной калибровки.

Т-1762 Подготовка системы

Т-1762.1 Система RFT настраивается для обследования при помощи искусственных дефектов, выполненных в контрольной трубе. Эталон должен соответствовать SE-2096, рис. 4 и пункту 10.5 настоящего документа. Эталон должен включать в себя опорный лист трубы, выполненный в соответствии с пунктом 10.6. Если требуется найти и определить размер дефектов небольшого размера, таких, как коррозионные язвы, должна быть использована вторая контрольная труба, такая, как показана на рис. Т-1762, для доказательства соответствующего значения чувствительности. Глубину изъявлений и выбор размера следует определять соответственно по месту. Допуск по глубине дефекта должен быть +0/-10%. Допуск по диаметру отверстия ±10%. Интервал между искусственными дефектами должен быть подходящим для катушки, расположенной на зонде RFT, и таким, чтобы дефекты или концы трубы не были одновременно вблизи возбудителя(ей) и датчика(ов).

Трубы, используемые в качестве контрольных эталонов, должны быть из того же типа материала и тех же номинальных размеров, как и трубы для обследования.

Т-1762.2 Там, где не полностью совпадают или тип материала, или размеры, может быть использована труба с альтернативными характеристиками. Необходимо доказать равнозначность альтернативного эталона. Пример демонстрации стандартного отклика – это случаи, когда один из следующих откликов от контрольного эталона и номинальной трубы равны:

(a) показание амплитуды и угловой координаты опорного листа на плоскости напряжения

(b) угловое несовпадение между показаниями опорного листа и выходного показания трубы на плоскости напряжения.

(c) абсолютная фазовая характеристика

Т-1763 Настройка и калибровка системы

Т-1763.1 Дифференциальные каналы

(a) Поворот фазы базовой частоты (Fl) должен быть отрегулирован таким образом, чтобы сигнал от сквозного отверстия в стенке….

РИС. T-1763.1(A) ОТОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ ОТКЛИКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КАНАЛА ДЛЯ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ В СТЕНКЕ (СИГНАЛ ОТ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ) И 20% ПАЗА, ПОКАЗЫВАЮЩИЙ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНУЮ УГЛОВУЮ ВЗАИМОСВЯЗЬ

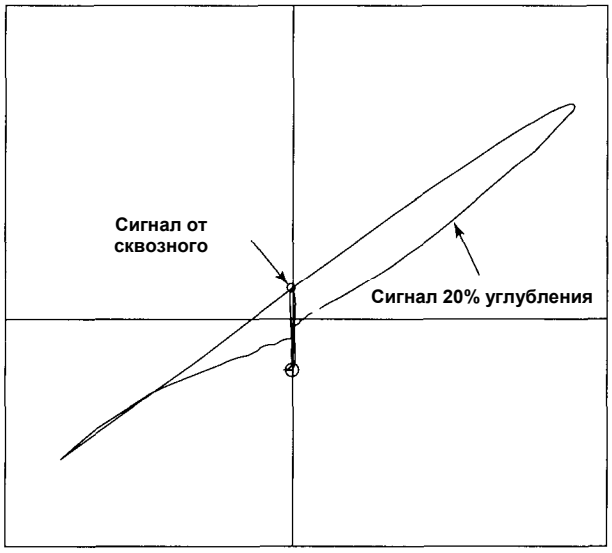
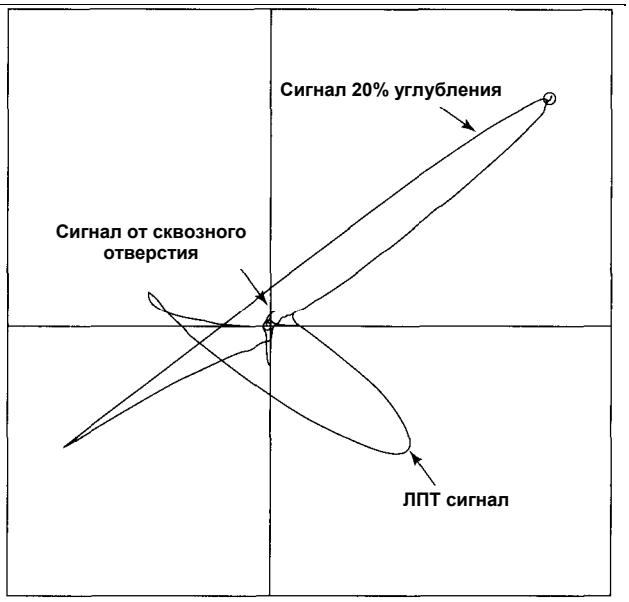


РИС. T-1763.1(B) ОТОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ ОТКЛИКА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО КАНАЛА ДЛЯ ОПОРНОГО ЛИСТА ТРУБЫ (TSP), 20% УГЛУБЛЕНИЯ И СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ В СТЕНКЕ (СИГНАЛ ОТ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ)



(TWH) проходил примерно вдоль оси Y (вертикальная) и так, чтобы сигнал от опорного листа трубы (TSP) находился в левом верхнем и правом нижнем квадрантах. Если все правильно отрегулировано, дифференциальные сигналы должны отображаться на плоскости напряжения так, как показано на рис. T-1763.1(a) и T-1763.1(b)

(b) Сигнал отклика от эталонного дефекта в виде сквозного отверстия должен формирования при прямом перемещении зонда по отверстию таким образом, что начальный сигнал отклика, направленный вниз, затем должен подняться вверх, а затем вернуться в нулевую точку на плоскости напряжения.

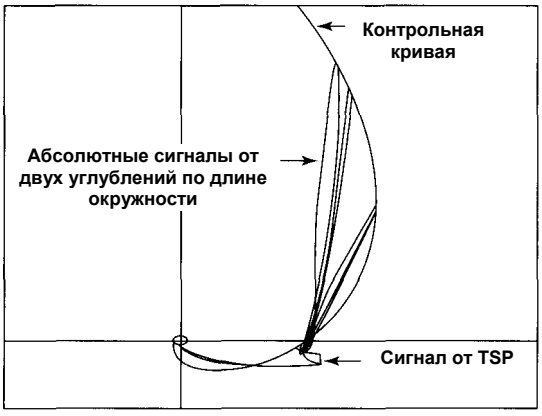
(c) Чувствительность должна быть отрегулирована на выдачу минимального полного входного сигнала от сквозного отверстия примерно на 50% полной высоты экрана.

(d) Отклик от 20% канавки на контрольной трубе должен быть примерно 150 градусов (при измерении по часовой стрелке от отрицательного направления оси X). Смотри рис. T-1763.1(a). Угловая разница между откликом от TWH и откликом от 20% дефекта должна составить 60 градусов ±10 градусов. Могут быть использованы альтернативные варианты угла начальных откликов, отображающие искусственные дефекты, при условии, что обеспечивается разница между откликом от TWH и откликом от 20% канавки.

T-1763.2 Абсолютные каналы

(a) Отклики сигнала для абсолютных каналов настраиваются так, как и для дифференциальных каналов по отображению плоскости напряжения. Абсолютные сигналы будут представлены половиной дифференциального сигнала.

РИС. T-1763.2 КОНТРОЛЬНАЯ КРИВАЯ И ОТКЛИК СИГНАЛА АБСОЛЮТНОГО КАНАЛА ОТ ДВУХ УГЛУБЛЕНИЙ ПО ДЛИНЕ ОКРУЖНОСТИ И ОПОРНОГО ЛИСТА ТРУБЫ



(b) Отображения плоскости напряжения в полярных координатах могут также быть использованы для технологии настройки абсолютного зонда при помощи следующих процедур:

(1) Установить частоту(ты) и фазу сигнала от сквозного отверстия в эталоне таким образом, чтобы он появлялся в 1,0 на дисплее графика в полярных координатах и проходил вверх и влево под углом 20 - 120 градусов по часовой стрелке от оси X. Сигнал TSP будет примерно параллелен оси X.

(2) При использовании контрольной кривой сигналы от двух 20% углублений в контрольном эталоне должны достигать максимума близко к контрольной кривой. Если они не достигают максимума вблизи контрольной кривой, периодичность испытаний и/или привод зонда должны регулироваться до момента достижения этого результата.

(3) Сигналы от дефектов, которые равномерно распределены по длине окружности трубы, такие, как "общая потеря толщины стенки" обычно проходят согласно контрольной кривой. Сигналы от дефектов, которые располагаются в основном по одной стороне трубы, будут расположены снаружи контрольной кривой. Сигналы от изменений магнитной проницаемости будут появляться снаружи контрольной кривой. Рисунок T-1763.2 показывает отображение плоскости напряжения в полярных координатахс с сигналами от двух углублений по длине окружности, опорного листа трубы и контрольной кривой.

T-1763.3 Двойной возбудитель и матричные зонды. Двойной возбудитель и матричные зонды могут быть использованы при условии, что проведены демонстрациолнные испытания системы с помощью контрольного эталона. Используемые дисплеи могут разниться в зависимости от системы.

T-1764 Процедуры калибровки по вспомогательной частоте(ам)

(a) Вспомогательные частоты могут быть использованы для обследования труб. Они могут быть кратнымии (гармониками) основной частоте или могут быть независимыми от основной частоты.

(b) Вспомогательные частоты могут быть "смешаны" с основной частотой для формирования выходного сигнала, который подавляет лишние переменные отклики, такие, как от опорных листов трубы.

(c) Если "смешанные" сигналы использованы для оценки дефектов, они должны показать чувствительность на искусственных дефектах эталона с подавлением лишних сигналов. Например, лишним сигналом может быть сигнал от опорного листа трубы. Отклик вспомогательной частоты и отклик смешанного сигнала на лишний сигнал должны быть включены в отчет по калибровоке.

(d) Отклики основной частоты и вспомогательной частоты (частот) должны быть зафиксированы одновременно.

T-1765 Утверждение калибровки

(a) Калибровка оборудования системы должна быть утверждена согласно требованиям соответствующего Раздела Норм и Правил. Если иного не указано в Нормах и Правилах, аналоговые элементы системы должны калиброваться ежегодно или перед первым применением.

(b) Калибровка должна включать в себя весь комплект RFT системы. Любая замена зонда, удлинителей, КИП RFT, компьютера или других регистрирующих приборов должна сопровождаться повторной калибровкой системы, а повторная калибровка должна быть внесена в отчет.

(c) Если система признана раскалиброваной в процессе обследования, то она должна быть калибрована повторно. Повторная калибровка должна быть внесена в отчет. Все трубы с момента последней действительной калибровки должны быть обследованы повторно.

T-1766 Корреляция сигналов для оценки глубины дефектов

Для оценки глубины дефектов должен использоваться метод "анализа фазового угла" или метод "анализа сдвига фазовой задержки и амплитуды сдвига". В обоих случаях размер (амплитуда) сигнала зависит от площади поверхности дефекта, а фазовый угол зависит от глубины дефекта. Используемый метод должен быть полностью зафиксирован в в отчетах обследования, и должна быть описана взаимосвязь между размерами дефектов и сигналами. Один или оба способа могут быть использованы для оценки глубины и размеров дефекта.

T-1766.1 Метод фазового угла. Перед обследованием должна быть установлена взаимосвязь между фазовыми углами сигналов и глубиной контрольных дефектов.

T-1766.2 Метод сдвига фазы. Перед обследованием должна быть установлена взаимосвязь между углом фазовой задержки и амплитудой фазовой задержки сигналов от дефектов эталона.

T-1770 КОНТРОЛЬ

T-1771 Общие сведения

Должны быть зарегистрированы данные, как только зонд пройдет трубу. Данные могут быть собраны в режиме зависимости от времени или расстояния. Осевое положение несплошностей должно быть оценено по известным свойствам или при помощи измерений с расшифровкой.

T-1772 Скорость перемещения зонда

Скорость перемещения зонда должна зависеть от основной частоты и частоты выборки и должна быть не более скорости, требуемой для получения чистого сигнала от сквозных отверстий на контрольном эталоне без ощутимых фазовых сдвигов или изменения амплитуды сигнала.

T-1780 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ и оценка данных обследования должны быть выполнены согласно соответствующему Разделу Норм и Правил.

T-1790 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Должен быть оформлен отчет об обследовании. Отчет должен включать в себя, помимо всего прочего, следующую информацию:

(a) владелец, расположение, тип, заводской номер и обозначение обследованного изделия;

(b) размер, толщина стенки, тип материала и конфигурация установленных труб;

(c) система нумерации труб;

(d) объем обследования или обследованные трубы и длина просканированных труб;

(e) персонал, проводивший обследование;

(1) уровень аттестации, если этого требует соответствующий Раздел Норм и Правил;

(f) дата проведения обследования;

(g) модели, типы и заводские номера составляющих системы RFT;

(h) модель зонда/тип и длина удлинителя;

(i) все значимые параметры настройки;

(j) заводской номер(а) контрольной трубы (труб);

(k) использованная процедура – обозначение и редакция;

(*l*) использованные критерии приемки;

(m) обозначение труб или особых участков с ограниченной чувствительностью или иных участков с пониженной чувствительностью или другими проблемами;

(n) результаты обследования и соответствующие эскизы или карты участков обследования;

(o) дополнительные испытания, используемые для дальнейшего исследования или подтверждения результатов испытания.

Т-1791 Отчет по демонстрационным испытаниям

Если задана квалификация процедуры, проверка демонстрационные испытания должны быть зафиксированы документально и содержать следующую информацию:

(a) обозначение и редакция процедуры;

(b) Ф.И.О. персонала, проводившего и освидетельствовавшего квалификацию процедуры;

(c) обозначение существенных переменных, если они изменены или добавлено новое значение или диапазон значений, требующие повторной квалификации;

(d) результаты квалификации процедуры;

(e) дату демонстрационных испытаний или повторной квалификации процедуры.

Т-1793 Хранение отчетов

Отчеты должны быть сохранены согласно требованиям соответствующего Раздела Норм и Правил.

ПОДРАЗДЕЛ B ДОКУМЕНТЫ, ПРИНЯТЫЕ РАЗДЕЛОМ V

СТАТЬЯ 22 СТАНДАРТЫ ПО РАДИОГРАФИИ

ТИПОВОЕ РУКОВОДСТВО ПО РАДИОГРАФИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ

SE-94

(Аналогично документу ASTM Specification E 94-04)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данное руководство относится к отвечающей требованиям радиографической дефектоскопии рентгеновскими лучами и гамма-излучением и применяется в отношении промышленной записи радиографии на пленку. Настоящий документ включает положения о предпочтительной методике без обсуждения технических условий, обуславливающих предпочтительность данного варианта. Для получения дополнительной информации по данной теме включена библиография нескольких руководств и стандартных документов других обществ.

1.2 Данное руководство представляет типы материалов, подлежащих контролю; техники и производственные методы радиографической дефектоскопии; раздел о радиографической пленке, обработке, просмотре и хранении радиографической пленки; ведение отчетов по результатам контроля; и список имеющихся документов по эталонным радиографическим снимкам.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Дополнительная информация содержится в документах Guide E 999, Practice E 1025, Test Method E 1030 и Test Method E 1032.

1.3 *Стандарты по интерпретации и стандарты на условия приемки* — Данное руководство не рассматривает стандарты по интерпретации и стандарты на условия приемки, кроме перечисления имеющихся документов по эталонным радиографическим снимкам для отливок и сварных швов. Признано, что обозначение по стандартам принято - отбраковано должно быть проведено в рамках информации спецификаций на изделия и, в целом, является вопросом контрактного соглашения изготовителя и заказчика.

1.4 *Техника безопасности* — В данном документе не рассматриваются вопросы защиты обслуживающего персонала от рентгеновского и гамма-излучения. Для получения информации по данному важному аспекту радиографии см. действующий документ Национального комитета по измерению и защите от радиоактивного излучения, Федеральный регистр, Управление энергетических исследований и разработок США, Национальное бюро стандартов, а также федеральные и местные нормативные акты, если таковые существуют. Для особой информации по радиационной безопасности см. документы NIST Handbook ANSI 43.3, 21 CFR 1020.40 и 29 CFR 1910.1096 или правительственные постановления в отношении положений по соглашениям.

1.5 *Данный стандарт не ставит целью рассмотреть все проблемы безопасности, связанные с его применением, если таковые возникают. Обязанностью пользователя данного стандарта является утверждение соответствующих инструкций по технике безопасности и охране труда и определение применимости нормативных ограничений до начала использования* (см. п. 1.4.).

1.6 При пользовании услугами организации для проведения НРК, она должна быть аттестована в соответствии с документом Practice E 543.

2. ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ СПРАВКИ

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 543 Методика оценки организаций, которые осуществляют неразрушающий контроль (E 543 Practice for Evaluating Agencies that Perform Nondestructive Testing)

E 746 Метод испытания для определения относительной характеристики качества изображения промышленной радиографической плёнки (E 746 Test Method for Determining the Relative Image Quality Response of Industrial Radiographic Film)

E 747 Методика проектирования, изготовления и классификации материалов по группам для проволочных эталонов чувствительности (E 747 Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI))

E 801 Методика контроля качества электронных приборов при радиографической дефектоскопии (E 801 Practice for Controlling Quality of Radiological Examination of Electronic Devices)

E 999 Руководство по контролю качества обработки промышленной радиографической пленки (E 999 Guide for Controlling the Quality of Industrial Radiographic Film Processing)

E 1025 Методика проектирования, изготовления и классификации материалов по группам для пластинчатых эталонов чувствительности, применяемых в радиографии (E 1025 Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Hole-Type Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology)

E 1030 Метод испытаний для радиографической дефектоскопии металлических отливок (E 1030 Test Method for Radiographic Examination of Metallic Castings)

E 1032 Метод испытаний для радиографической дефектоскопии сварных соединений (E 1032 Test Method for Radiographic Examination of Weldments)

E 1079 Методика калибровки денситометров для измерения в проходящем свете (E 1079 Practice for Calibration of Transmission Densitometers)

E 1254 Руководство по хранению радиоснимков и неэкспонированных промышленных радиографических пленок (E 1254 Guide for Storage of Radiographs and Unexposed Industrial Radiographic Films)

E 1316 Терминология неразрушающих испытаний (E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations)

E 1390 Руководство по осветительным приборам, используемым для просмотра промышленных радиографических снимков (E 1390 Guide for Illuminators Used for Viewing Industrial Radiographs)

E 1735 Метод испытаний для определения относительного качества изображения промышленной радиографической пленки, подвергаемой рентгеновскому облучению от 4 до 25 MB (E 1735 Test Method for Determining Relative Image Quality of Industrial Radiographic Film Exposed to X-Radiation from 4 to 25 MV)

E 1742 Методика радиографического контроля (E 1742 Practice for Radiographic Examination)

E 1815 Метод испытаний для классификации пленок для промышленной радиографии (E 1815 Test Method for Classification of Film Systems for Industrial Radiography)

2.2 *Стандарты ANSI:*

PHI.41 Спецификации по фотографической пленке для архивных документов, галогенидосеребряного типа на полиэфирной основе (PHI.41 Specifications for Photographic Film for Archival Records, Silver-Gelatin Type, on Polyester Base)

PH2.22 Методика определения периодов безопасного освещения темной фотолаборатории (PH2.22 Methods for Determining Safety Times of Photographic Darkroom Illumination)

PH4.8 Метод использования метиленового синего для измерения тиосульфата и денситометрический метод с использованием серебра для определения остаточных химических реагентов на пленках, пластинках и бумаге (PH4.8 Methylene Blue Method for Measuring Thiosulfate and Silver Densitometric Method for Measuring Residual Chemicals in Films, Plates, and Papers)

T9.1 Среды получения изображения (Пленка) – Спецификация на галогенидосеребряные типы по устойчивости (Imaging Media (Film) — Silver-Gelatin Type Specifications for Stability)

T9.2 Среды получения изображения — Обработанная фотопленка, диск и бумага — Конверты и контейнеры для хранения (Imaging Media — Photographic Processed Film, Plate, and Paper — Filing Enclosures and Storage Containers)

2.3 *Федеральные стандарты:*

Раздел 21, Свод федеральных нормативных актов (CFR) 1020.40, Требования техники безопасности при работе с рентгеновскими системами в корпусах, Раздел 29 Свод федеральных нормативных актов (CFR) 1910.96, ионизирующее излучение (рентгеновские лучи, радиочастота и др.) (Title 21, Code of Federal Regulations (CFR) 1020.40, Safety Requirements of Cabinet X-Ray Systems Title 29, Code of Federal Regulations (CFR) 1910.96, Ionizing Radiation (X-Rays, RF, etc)

2.4 *Прочие документы:*

Национальное бюро стандартов Руководство ANSI N43.3 Оборудование общей радиационной безопасности, использующее немедицинские рентгеновские лучи и герметичные источники гамма-излучения до 10 мэВ (NBS Handbook ANSI N43.3 General Radiation Safety Installations Using NonMedical X-Ray and Sealed Gamma Sources up to 10 MeV)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определения* — Определения терминов, используемых в данном руководстве, см. в документе Terminology E 1316.

4. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

4.1 Принимая во внимание имеющийся опыт в области радиографии, данное руководство в целом применимо к имеющимся материалам, способам и техникам, в которых в качестве носителей информации промышленные радиографические пленки используют.

4.2 *Ограничения* — Данное руководство не принимает во внимание особые преимущества и ограничения, появляющиеся в результате применения не пленочных носителей информации или устройств считывания, таких как бумага, магнитные ленты, ксерорадиография, флюороскопия и приборы усиления электронного изображения. Несмотря на то, что приведены ссылки на документы, которые могут быть использованы при идентификации и классификации несплошностей металлических отливок и сварных швов, где применимо, попыток установить стандарты на условия приемки для какого-либо материала или производственного процесса не предпринималось. Радиография будет соответствующим методом в отношении чувствительности и разрешающей способности, только если взаимодействие всех элементов техники, таких как геометрия, пленка, фильтрация, просмотр и т.д. достигнуто и поддерживается.

5. КАЧЕСТВО РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ

5.1 Для получения качественных радиографических снимков необходимо учитывать, как минимум, следующие пункты. Подробная информация по каждому пункту приводится далее в данном руководстве.

5.1.1 Источник излучения (рентгеновские или гамма-лучи),

5.1.2 Выбор напряжения (рентгеновские лучи),

5.1.3 Размер источника (рентгеновские или гамма-лучи),
5.1.4 Способы и средства устранения рассеянного излучения,
5.1.5 Класс системы пленки,
5.1.6 Расстояние от источника до пленки,
5.1.7 Эталоны чувствительности (IQI)
5.1.8 Экраны и фильтры,
5.1.9 Геометрия деталей и конфигурация компонентов,
5.1.10 Идентификация и размещение маркеров,
5.1.11 Уровень качества радиографии

6. УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА РАДИОГРАФИИ

6.1 Информация по проектированию и изготовлению эталонов чувствительности представлена в документах Practices E 747, E 801, E 1025 и E 1742.

6.2 Уровень качества, обычно предъявляемый к радиографии, составляет 2% (2-2T при использовании пластинчатых эталонов чувствительности), если более высокое или низкое качество не оговаривается заказчиком и поставщиком. При уровне контрастности объекта в 2%, три уровня качества проверки 2-IT, 2-2T и 2-4T обеспечиваются при проектировании и применении эталона (документ Practice E 1025, Таблица 1). Другие уровни проверки представлены в документе Practice E 1025, Таблица 1). Задаваемый уровень проверки должен быть основан на требованиях по эксплуатации изделия. Особое внимание следует обратить при задании уровней качества 2-1T, 1-1T и 1-2T, прежде всего, на определение того факта, что данные уровни качества могут быть получены при промышленной радиографии.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Первая цифра в обозначении уровня качества указывает толщину эталона, представленную в процентном отношении от толщины образца; вторая цифра указывает диаметр отверстия эталона, которое должно быть видимым на радиографическом снимке, выраженное числом, кратным числом от толщины эталона чувствительности, *T*.

6.3 Если эталоны чувствительности материала, подобного по радиографическим свойствам тому, который подлежит контролю, недоступны, то можно применять эталоны чувствительности требуемых размеров, но из материала с меньшим поглощением.

6.4 Уровень качества, предъявляемый при использовании проволочных эталонов чувствительности, должен быть эквивалентным уровню 2-2T по документу Practice E 1025, если более высокий или низкий уровень качества не оговаривается заказчиком и поставщиком. В Таблице 4 документа Practice E 747 приводится список различных пластинчатых эталонов чувствительности и диаметр проволок соответствующего чувствительности эквивалентного эталона (EPS) с соответствующими IT, 2T и 4T отверстиями эталоне типа «пластина». В Приложении XI документа Practice E 747 приведена формула для расчета других равнозначных параметров при необходимости.

7. ВЫБОР ЭНЕРГИИ

7.1 Рентгеновское излучение влияет на качество изображения. В общем, чем меньше интенсивность используемого источника, тем выше достигаемый радиографический контраст, однако, другие переменные, такие как геометрия и условия рассеяния могут затмить возможное преимущество более высокого контраста.

ТАБЛИЦА 1
ТИПОВАЯ ТОЛЩИНА СЛОЯ ПОЛОВИННОГО поглощения (HVL) СТАЛИ В ДЮЙМАХ (ММ) ДЛЯ ОБЩИХ значений энергии

Энергия	Толщина, дюймы (мм)
120 кВ	0,10 (2,5)
150 кВ	0,14 (3,6)
200 кВ	0,20 (5,1)
250 кВ	0,25 (6,4)
400 кВ (Ir 192)	0,35 (8,9)
1 мВ	0,57 (14,5)
2 МВ (Co 60)	0,80 (20,3)
4 МВ	1,00 (25,4)
6 МВ	1,15 (29,2)
10 МВ	1,25 (31,8)
16 МВ или выше	1,30 (33,0)

Для определенного значения энергии диапазон толщин, который является кратным толщине слоя половинного поглощения, может пройти радиографию с приемлемым уровнем качества, используя конкретный рентгеновский аппарат или источник гамма-излучения. Во всех случаях заданный уровень качества эталона чувствительности должен быть продемонстрирован на радиографическом снимке. В основном, удовлетворительные результаты могут быть обычно получены при энергии рентгеновских лучей от 100 кВ до 500 кВ в интервале от 2,5 до 10 толщины слоя половинного поглощения (HVL) толщины материала (см. таблицу 1). Данный интервал может быть увеличен в некоторых случаях на коэффициент 2 для рентгеновских лучей с энергией от 1 до 25 мВ, главным образом, благодаря уменьшению рассеяния.

8. РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ

8.1 Радиографический коэффициент эквивалентности материала - это тот коэффициент, на который должна быть умножена толщина материала, чтобы получить толщину материала «эталона» (часто стали), который обладает такой же поглощающей способностью. Радиографические коэффициенты эквивалентности некоторых наиболее часто используемых металлов приведены в Таблице 2 с произвольно заданным коэффициентом для стали 1,0. Могут быть использованы коэффициенты в следующих целях:

8.1.1 С целью определения целесообразных границ толщин для источников излучения и для материалов, помимо стали, и

8.1.2 С целью определения коэффициентов экспозиции для одного металла по приемам экспозиции для других металлов.

9. ПЛЕНКА

9.1 Имеются различные промышленные радиографические пленки, соответствующие требованиям проведения радиографических работ. Не смотря на это, трудно сформулировать точные правила выбора пленки, т.к. подобный выбор зависит от индивидуальных требований пользователя. Существуют следующие требования пользователей: уровни качества радиографии, время экспозиции и различные факторы затрат. Для оценки уровней качества изображения применяют несколько методов (см. документы Test Method E 746, Practices E 747

ТАБЛИЦА 2
ПРИБЛИЗИТЕЛЬНЫЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ (ОТНОСИТЕЛЬНО СТАЛИ)

Металл	Уровень энергии									
	100 кВ	150 кВ	220 кВ	250 кВ	400 кВ	1 мВ	2 мВ	4 - 25 мВ	^{192}Ir	^{60}Co
Магний	0,05	0,05	0,08	…	…	…	…	…	…	…
Алюминий	0,08	0,12	0,18	…	…	…	…	…	0,35	0,35
Алюминиевый сплав	0,10	0,14	0,18	…	…	…	…	…	0,35	0,35
Титан	…	0,54	0,54	…	0,71	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Железо/все стали	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Медь	1,5	1,6	1,4	1,4	1,4	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1
Цинк	…	1,4	1,3	…	1,3	…		1,2	1,1	1,0
Латунь	…	1,4	1,3	…	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0
Инконель X	…	1,4	1,3	1,3	…	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Монель	1,7	…	1,2	…	…	…	…	…	…	…
Цирконий	2,4	2,3	2,0	1,7	1,5	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0
Свинец	14,0	14,0	12,0	…	…	5,0	2,5	2,7	4,0	2,3
Гафний	…	…	14,0	12,0	9,0	3,0	…	…	…	…
Уран	…	…	20,0	16,0	12,0	4,0	…	3,9	12,6	3,4

E 801). Информация о конкретных продуктах может быть получена у изготовителя.

9.2 Согласно производственным требованиям и требованиям к уровню качества производятся различные промышленные радиографические пленки. Метод испытаний Test Method E 1815 описывает метод классификации систем пленок для изготовителей пленки. Система пленки состоит из пленки и соответствующей системы обработки пленки. Пользователи могут приобрести классификационную таблицу для системы пленки, используемой в промышленной радиографии у изготовителя пленки. Выбор пленки определенного качества может быть осуществлен согласно документу Test Method E 1815. Дополнительная конкретная информация относительно классификации систем пленки предоставлена в Test Method 1815. Стандарты ANSI PH1.41, PH4.8, T9.1, и T9.2 содержат специальную информацию и требования к изготовлению пленки.

10. ФИЛЬТРЫ

10.1 *Определение* — Фильтры – равномерные слои материала, располагающиеся между источником излучения и пленкой.

10.2 *Назначение* — Фильтры используются для поглощения более мягких компонентов первичного излучения, поэтому имеют следующие практические преимущества:

10.2.1 Уменьшение рассеянного излучения, соответственно увеличение контраста.

10.2.2 Уменьшение искажения элементов при экспонировании, следовательно, увеличение контраста.

10.2.3 Уменьшение контраста участков варьирующейся толщины.

10.3 *Расположение* — Обычно фильтр помещается в одном из следующих двух положений:

10.3.1 Как можно ближе к источнику излучения, что уменьшает размеры фильтра, а также вклад самого фильтра в рассеянное излучение на пленку.

10.3.2 Между образцом и пленкой с целью поглощения предпочтительно рассеянного излучения от образца. Следует отметить, что данную функцию выполняют свинцовая фольга и другие металлические экраны (см. 13.1).

10.4 *Толщина и материал фильтра* — Толщина и материал фильтра будут различаться в зависимости от следующего:

10.4.1 Контролируемый материал.

10.4.2 Толщина контролируемого материала.

10.4.3 Изменение толщины контролируемого материала.

10.4.4 Энергетический спектр используемого излучения.

10.4.5 Желаемого усовершенствования (увеличения или уменьшения контраста). Материал и толщина фильтра должны быть рассчитаны и определены эмпирически.

11. МАСКИРОВАНИЕ

11.1 Маскирование или блокирование (окружение образцов или покрытие тонких частей поглощающим материалом) полезно для уменьшения рассеянного излучения. Такой материал также может быть использован для выравнивания поглощения различных частей, но потеря четкости на более тонких участках может быть высокой.

12. ЗАЩИТА ОТ ОТРАЖЕННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

12.1 Влияние отраженного излучения может быть сокращено путем ограничения радиационного пучка до наименьшего возможного поперечного сечения и путем размещения свинца за пленкой. В некоторых случаях один из двух или оба, задний свинцовый экран и свинец, содержащийся на задней стороне кассеты или пленкодержателя, будут обеспечивать соответствующую защиту от отраженного излучения. В других случаях это может быть выполнено путем дополнительного свинцового экранирования за кассетой или пленкодержателем.

12.2 При появлении любого сомнения о соответствии защиты от отраженного излучения, характерный знак [часто буква *B* толщиной $^{1}/_{8}$-дюйма (3,2-мм)*]* должен быть прикреплен к задней стороне кассеты или пленкодержателя, и должен быть выполнен стандартный радиографический снимок. Если изображение данного символа появляется на радиографическом снимке с меньшей плотностью, чем фон, это означает, что защита от отраженного излучения недостаточная, и должны быть предприняты дополнительные меры предосторожности.

13. ЭКРАНЫ

13.1 *Металлические экраны из фольги:*

13.1.1 Экраны из свинцовой фольги, как правило, используются при непосредственном контакте с пленкой, и в зависимости от их толщины и состава материала образца должны выполнять усиливающее действие минимум при 90 кВ. Кроме того, любой экран, используемый перед пленкой, выполняет функцию фильтра (Раздел 10) для предпочтительного поглощения рассеянного излучения, возникающего от образца, таким образом, улучшая качество радиографии. При выборе толщины свинцового экрана или, фактически, толщины любого металлического экрана подлежат обсуждению те же вопросы, которые приведены в п. 10.4. Свинцовые экраны уменьшают рассеивание, достигающее пленки, несмотря на то, допускают ли экраны уменьшения или приводят к увеличению радиографической экспозиции. Во избежание нерезкости изображения ввиду экранов во время экспонирования должен быть обеспечен тесный контакт между свинцовым экраном и пленкой.

13.1.2 Экраны из свинцовой фольги соответствующей толщины должны быть использованы всякий раз, когда они улучшают качество радиографических снимков или эталонную чувствительность, или и то, и другое вместе. Толщина передних свинцовых экранов должна выбираться внимательно во избежание чрезмерной фильтрации при радиографии материалов тонких или легких сплавов, особенно при пониженном напряжении. В целом, преимущество в отношении улучшения экспозиции при использовании переднего или заднего свинцового экрана толщиной 0,05 дюйма с напряжением ниже 125 кВ при радиографии стали толщиной ¼ дюйма (6,35-мм) и ниже отсутствует. При увеличении напряжения для прохождения через более плотные сечения стали, тем не менее, имеет место значительное улучшение экспозиции. В дополнение к усиливающим действиям, задние свинцовые экраны используются в качестве защиты от отраженного излучения (см. Раздел 12), и их толщина важна только для данной функции. В случае увеличения дозы облучения для просвечивания изделий большей толщины обычно увеличивают толщину свинцовых экранов. Для радиографии, использующей радиоактивные источники, минимальная толщина переднего свинцового экрана должна быть 0,005 дюйма (0,13 мм) для иридия-192 и 0,010 дюйма (0,25 мм) для кобальта-60.

13.2 *Другие материалы для металлических экранов:*

13.2.1 Экраны из окиси свинца производят аналогичным для свинцовых экранов способом, за исключением того, что эквивалентность толщине свинцовой фольги составляет приблизительно 0,0005 дюйма (0,013 мм).

13.2.2 Медные экраны обладают несколько меньшим поглощением и усилением, чем свинцовые экраны, но могут обеспечивать лучшую радиографическую чувствительность при более высокой энергии свыше 1 МВ.

13.2.3 Экраны из золота, тантала или других тяжелых металлов могут быть использованы в случаях, когда не могут быть использованы свинцовые.

13.3 *Флуоресцентные экраны* — Флуоресцентные экраны могут быть использованы в случае необходимости при условии, что достигается требуемое качество изображения. Для уменьшения нерезкости изображения требуется правильно выбрать флуоресцентный экран. Техническая информация о конкретных флуоресцентных экранах может быть получена от изготовителей. Для успешного использования флуоресцентных экранов необходимо обеспечить хороший контакт между пленкой и экраном и чистоту экрана. Дополнительная информация по использованию флуоресцентных экранов предоставлена в Приложении XI.

13.4 *Уход за экраном* — Во избежание вмятин, царапин, загрязнений и жира на рабочих поверхностях необходимо осторожно обращаться со всеми экранами. Жир и пыль со свинцовых экранов можно удалять растворителем. Флуоресцентные экраны должны очищаться в соответствии с рекомендациями изготовителя. Экраны, имеющие следы физических дефектов, должны быть списаны.

14. РАДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРАСТ

14.1 Различная интенсивность излучения, проникающего через объект, передается различной фотографической плотностью радиографического снимка. При использовании проходящего или отраженного света для просмотра снимка наблюдаемые изменения плотности пленки на фоне характеризуются как контраст. Радиографический контраст зависит по большей части от контраста объекта и градиента пленки.

14.2 Под контрастом объекта понимается соотношение интенсивности излучения, передаваемого двумя выбранными частями образца.

14.3 Под градиентом пленки понимается величина наклона касательной, проведенной к определенной точке плотности на характеристической кривой, к абсциссе. Изготовители пленки могут предоставить характеристические кривые для своей продукции.

14.4 На качество радиографии влияют многие переменные; влияние изменений некоторых этих переменных показано на Рис.1.

15. ГЕОМЕТРИЯ

15.1 Расстояние от источника до пленки, необходимое для снижения геометрической нерезкости до незначительных размеров, зависит от пленки или сочетаний пленка-экран, размера фокуса и расстояния от объекта до пленки. Геометрическая нерезкость определяется [см. Рис. 2(a)] по следующей формуле:

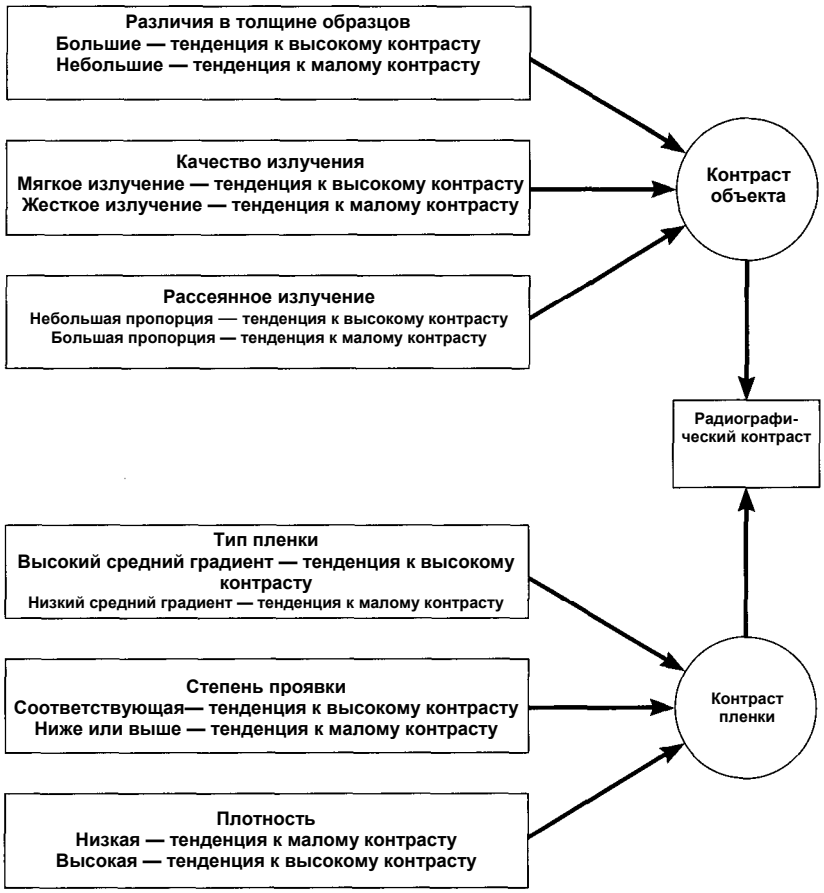
$$U_g = Ft/d_o$$

где:

U_g = геометрическая нерезкость,

F = максимальный проецируемый размер источника излучения,

РИС. 1 ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПЕРЕМЕННЫХ НА КАЧЕСТВО РАДИОГРАФИИ



ОБЩЕЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Максимально применимая плотность для пленки Класса 1,2 и 3 зависит от применяемого осветительного прибора.

t = расстояние от стороны источника образца до пленки, и d_o — расстояние от источника до объекта.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — d_o и t *должны быть в одинаковых единицах измерения*; единицы измерения U_g *должны быть такими же, как* F.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Номограмма для определения $U_{\%}$ приведена на Рис. 3 (единицы измерения дюймы-фунты). На Рис. 4 представлена номограмма в метрических единицах.

Пример:

Дано:

Расстояние от источника до объекта (d_0) = 40 дюймов,

Размеры источника (F) — 500 мил, и

Расстояние от стороны источника образца до пленки (t) = 1.5 дюйма.

Начертите прямую линию (пунктирная линия на Рис. 3) между отметкой 500 мил на шкале F и отметкой 1,5 дюйма на шкале t. Отметьте точку (P) на пересечении этой линии с основной вертикалью. Начертите прямую линию (сплошная линия на Рис. 3) от отметки 40 дюймов на шкале d_o через точку P до шкалы U_g. Пересечение этой линии со шкалой U_g дает геометрическую нерезкость в миллиметрах, которая в примере равняется 19 мил.

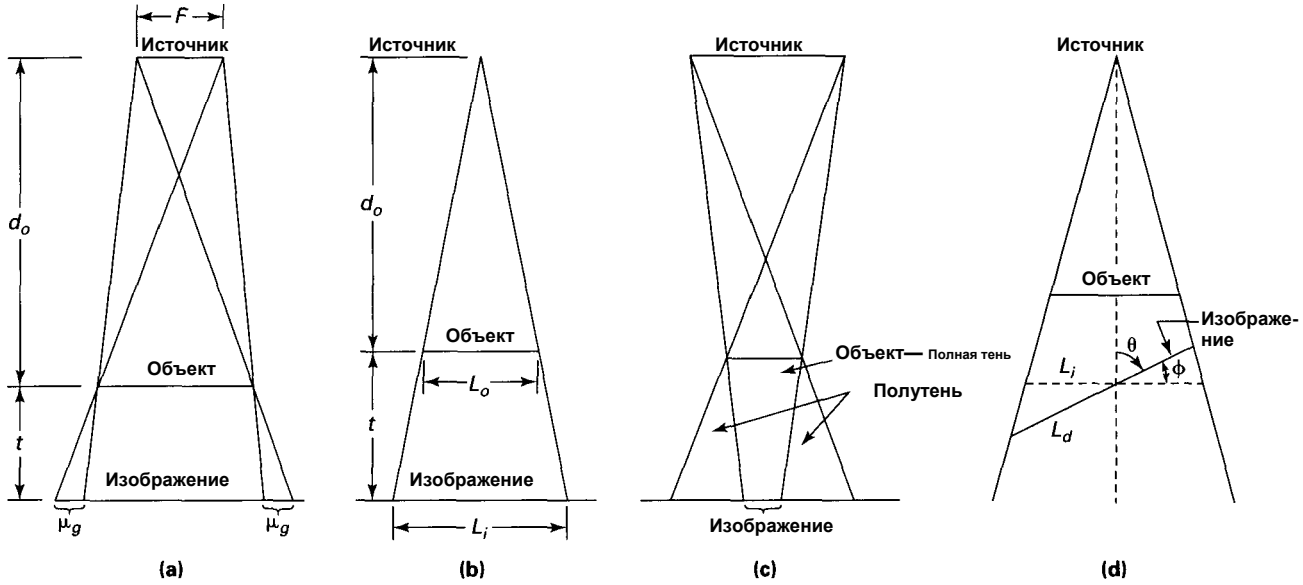
Так как размер источника, F, обычно постоянный для данного источника излучения, величина U_g, главным образом регулируется простым соотношением d_o/t.

15.2 Радиографическое изображение объекта или черты внутри объекта может быть больше и меньше, чем сам объект или деталь, т.к. область полутени редко просматривается на снимке. Следовательно, изображение будет больше, если объект или черта больше, чем источник излучения, и меньше, если объект или черта меньше, чем источник. Степень уменьшения или увеличения будет зависеть от расстояния от источника до объекта и от объекта до пленки и от относительных размеров источника и объекта или черты [Рис. 2*(b)* и *(c)*].

15.3 Направление центрального пучка излучения должно быть перпендикулярно к поверхности пленки насколько это возможно. Изображение объекта будет искажено, если пленка не будет располагаться перпендикулярно центральному пучку. Различные части изображения объекта будут искажены в разной степени в зависимости от степени смещения пленки и центрального пучка [Рис. 2*(d)*].

15.4 Геометрическая нерезкость (Ug) может иметь значительное влияние на качество радиографического снимка, поэтому выбор расстояния от источника до пленки (SFD) очень важен. В п. 15.1 для информации и руководства приведена формула геометрической нерезкости (Ug), используемая для определения значений геометрической нерезкости.

РИС. 2 ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ОБЪЕКТ-ПЛЕНКА



(a) Геометрическая нерезкость
d_0 = расстояние от источника до объекта
t = расстояние от объекта до пленки
F = наибольший размер источника или фокуса
$U_g = Ft/d_0$

(b) Объект или черта больше источника
$L_i - L_0 = \Delta L = 2t \times \tan 1/2\ \theta$
$\Delta L/L_0 \times 100$ = процентное увеличение

(c) Радиографическое сжатие
Изображение должно быть меньше объекта или черты

(d) Условное обозначение радиографического искажения для (d)
L_i = размеры неискаженного изображения
L_d = размеры искаженного изображения
$L_d - L_i = \Delta L$
Процентное соотношение искажения= $(\Delta L/L_i) \times 100$

(a) Геометрическая нерезкость Условное обозначение для (a) и (b)
d_0= расстояние от источника до объекта
t = расстояние от объекта до пленки
L_0= размеры объекта
L_i = размеры изображения
$U_g = Ft/d_0$

(b) Объект или черта больше источника
$L_i - L_0 = \Delta L = 2t \times \tan 1/2\ \theta$
$\Delta L/L_0 \times 100$ = процентное увеличение

(c) Объект или черта меньше источника
Изображение должно быть меньше объекта или черты

(d) Условное обозначение радиографического искажения для (d)
L_i = размеры неискаженного изображения
L_d = размеры искаженного изображения
$L_d - L_i = \Delta L$
Процентное соотношение искажения = $(\Delta L/L_i) \times 100$

Величина или степень нерезкости должны быть сведены к минимуму при определении радиографического метода.

16. РАСЧЕТЫ ИЛИ ТАБЛИЦЫ ЭКСПОЗИЦИИ

16.1 Разработка или приобретение таблицы или расчета экспозиции входят в ответственность каждой отдельной лаборатории.

16.2 К основным элементам расчета или таблицы экспозиции должно относиться следующие:

16.2.1 Источник или установка,

16.2.2 Тип материала,

16.2.3 Толщина материала,

16.2.4 Тип пленки (относительная светочувствительность),

16.2.5 Плотность пленки (см. Примечание 5),

16.2.6 Расстояние до источника или от источника до пленки,

16.2.7 Энергия в кВ или тип изотопа,

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Более подробную информацию о плотности пленки и калибровки измерения плотности см. в документе Practice E 1079.

16.2.8 Тип и толщина экрана,

16.2.9 Кюри или миллиамперы/минуты,

16.2.10 Время экспонирования,

16.2.11 Фильтр (при первичном пучке),

16.2.12 Временно-температурный режим для ручной обработки; время выдачи данных при автоматической обработке; временно-температурный режим при «сухой» обработке, и

16.2.13 Изготовитель химического состава для обработки соответственно.

РИС. 3 НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕРЕЗКОСТИ (ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ - ДЮЙМЫ-ФУНТЫ)

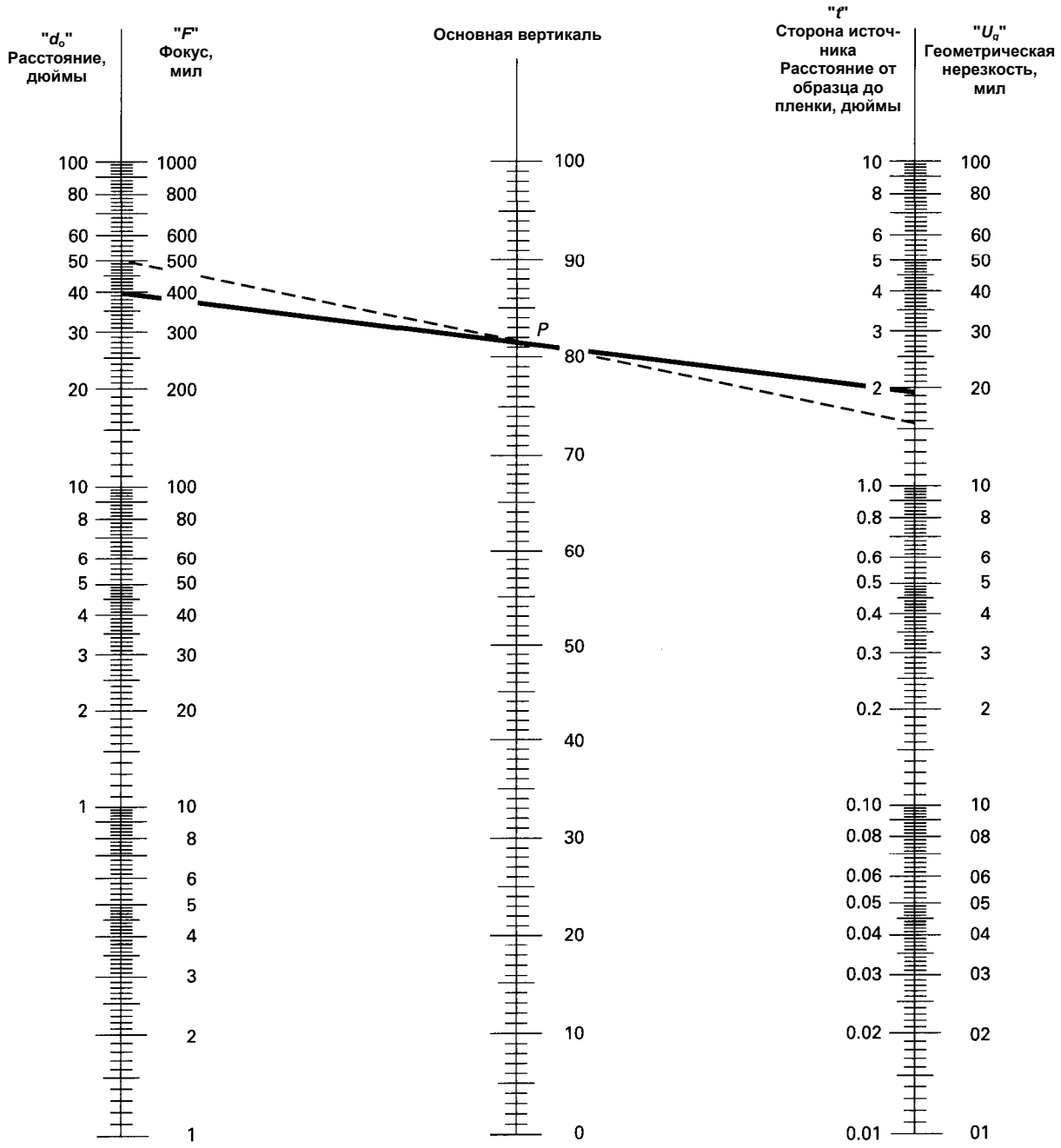
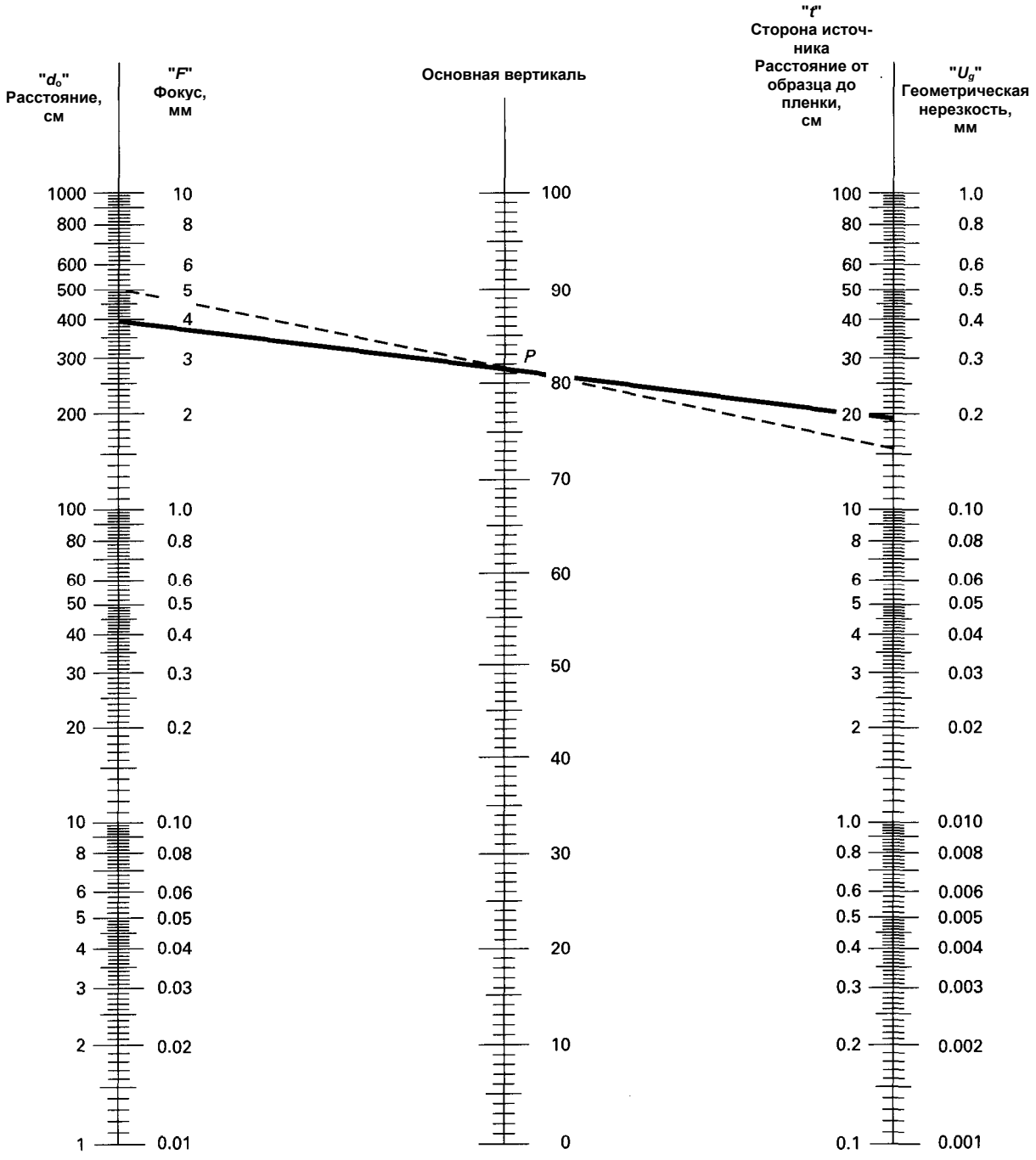


РИС. 4 НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕРЕЗКОСТИ (МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА)



16.3 Основные элементы, перечисленные в п. 16.2, будут достоверными для изотопов аналогичного типа, но будут изменяться при использовании рентгеновского оборудования с одинаковым уровнем номинального напряжения и тока.

16.4 Таблицы экспозиций должны быть разработаны для каждого рентгеновского аппарата, и в них должны вноситься уточнения каждый раз, когда заменяется основной компонент, такой как рентгеновская трубка или трансформатор высокого напряжения.

16.5 Таблица экспозиций должна уточняться, когда меняется изготовитель химических реагентов для обработки или температурно-временной режим устройства для обработки может быть отрегулирован в соответствии с таблицей экспозиции. Таблица экспозиций при использовании сухого метода обработки должна быть скорректирована с учетом температурно-временных изменений устройства для обработки.

17. РЕГИСТРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ

17.1 Рекомендуется вести журнал регистрации и протокол технологии радиографии, содержащие основные элементы.

17.2 Журнал регистрации и протокол технологии радиографии должны содержать следующее:

17.2.1 Описание, фотографию и эскиз исследуемого объекта, иллюстрирующие схему маркеров, расположение источника и пленки.

17.2.2 Тип и толщина материала,

17.2.3 Расстояние от источника до пленки,

17.2.4 Тип пленки,

17.2.5 Плотность пленки (см. Примечание 5),

17.2.6 Тип и толщина экрана,

17.2.7 Идентификация изотопа и рентгеновского аппарата,

17.2.8 Кюри или миллиампер/минуты,

17.2.9 Эталон чувствительности и толщина прокладки,

17.2.10 Специальное маскирование или фильтры

17.2.11 Коллиматор или устройство ограничения поля,

17.2.12 Метод обработки, и

17.2.13 Просмотр или размещение.

17.3 Рекомендации п.17.2 являются не обязательными, но важны для уменьшения общих затрат на радиографию, и служат связующим звеном между лицом, выполняющим интерпретацию снимков, и оператором.

18. ЭТАЛОНЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

18.1 Документы Practice E 747, E 801, E 1025 и E 1742 должны быть приняты во внимание в отношении подробной информации о конструктивном исполнении, изготовлении и классификации материалов эталонов чувствительности. Practice E 801 рассматривает эталоны чувствительности для проверки электронных приборов и предоставляет дополнительную информацию по расположению эталонов чувствительности, требуемым номерам эталонов чувствительности и т.д.

18.2 Документы Test Methods E 746 и E 1735 следует принимать во внимание для получения подробной информации об эталонах чувствительности, которые используют для определения относительной чувствительности качества изображения промышленной пленки. Эталоны чувствительности могут также использоваться для определения качества изображения радиографической установки или любого компонента систем, равнозначного характеристике чувствительности эквивалентного эталона.

18.2.1 Примером для оценки характеристики эквивалентной эталонной чувствительности нескольких рентгеновских аппаратов служит следующее:

18.2.1.1 Обеспечьте использование одной и той же пленки и постоянство параметров обработки пленки, определите качество изображения нескольких снимков у всех оцениваемых аппаратов. Аппараты должны быть установлены на заданную экспозицию, как указано в стандарте, и должна быть обеспечена скорректированная плотность пленки. Различия относительной эквивалентной эталонной чувствительности между аппаратами могут быть установлены путем сравнения имеющихся пленок.

18.2.2 Переменные условий экспозиции могут быть также изучены с помощью данной пластинки.

18.2.3 Тогда как пластинка метода испытаний Test Method E 746 может быть полезна при определении относительного качества радиографического изображения, также могут быть полезны все другие применения пластинки.

19. ОБОЗНАЧЕНИЕ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ И МАРКЕРЫ

19.1 *Идентификация радиографических снимков:*

19.1.1 Каждый радиографический снимок должен быть обозначен единственным образом, так чтобы имелось постоянное соотношение между деталью, подвергающейся радиографии, и пленкой. Тип обозначения и метод, с помощью которого осуществляется идентификация, должны быть согласованны заказчиком и инспектором.

19.1.2 Минимальное обозначение должно включать, по меньшей мере, следующее: маркировку и название радиографического оборудования, дату, номер детали и порядковый номер, при наличии, для безошибочной идентификации радиографических снимков с образцами. Буква R должна использоваться для обозначения снимка участка после ремонта и может включать -1, -2 и т.д. для обозначения номера ремонта.

19.2 *Маркеры:*

19.2.1 Маркеры (это свинец или металлы с большим атомным номером или буквы, которые присутствуют в качестве изображений на радиографической пленке) необходимо помещать на контролируемую деталь, по мере необходимости, а не на кассету. Их точное расположение также должно быть отмечено на поверхности контролируемой детали, таким образом, чтобы исследуемый участок мог быть расположен точно на детали, и они должны оставаться на детали во время радиографического контроля. Их точное расположение может быть отмечено перманентно в соответствии с требованиями заказчика.

19.2.2 Маркировочные знаки также используются для помощи лицу, осуществляющему интерпретацию снимков, в разграничении дефектных участков компонентов, отливок или дефектов сварных соединений; а также разделения качественных и бракованных позиций, когда более одного объекта проходят радиографии с регистрацией данных на одну и ту же пленку.

19.2.3 Для доказательства того, что требуемый охват исследуемого объекта был обеспечен, и что очевидно перекрытие, особенно во время радиографии сварных соединений и отливок, должно быть использовано достаточное количество маркеров на радиографическом снимке.

19.2.4 Детали, которые должны быть обозначены постоянно, могут иметь серийные номера или номера участков, или то и другое, отштампованные или написанные на них маркировочной ручкой со специальными несмываемыми чернилами, выгравированные, накерненные или вытравленные. В любом случае, деталь должна быть промаркирована на участке, который не будет удален при последующем производстве. При использовании кернения необходимо быть внимательным во избежание повреждения или усталостного разрушения в будущем. Для штамповки должна быть использована наименее напряженная поверхность детали. В случае если маркировка или штамповка детали не разрешена по каким-то причинам, рекомендуется использовать справочный чертеж с расположением маркировки или эскиз.

20. ХРАНЕНИЕ ПЛЕНКИ

20.1 Неэкспонированные пленки следует хранить таким образом, чтобы они были защищены от воздействия света, давления, чрезмерного тепла, влажности, разрушающих испарений или паров, или проникающего излучения. Необходимо принимать во внимание подробные рекомендации изготовителей пленки по ее хранению. Пленку следует использовать по мере поступления.

20.2 Более подробная информация по хранению пленки представлена в документе Guide E 1254.

21. КОНТРОЛЬ БЕЗОПАСНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

21.1 Пленки необходимо обрабатывать в условиях безопасного освещения в соответствии с рекомендациями изготовителя пленки. Для определения соответствия условий безопасного освещения лаборатории может быть использован стандарт ANSI PH2.22.

22. ЧИСТОТА И ОБРАБОТКА ПЛЕНКИ

22.1 Соблюдение чистоты является одним из самых важных требований для хорошего качества радиографии**.** Кассеты и экраны необходимо содержать в чистоте не только потому, что накапливаемая грязь может быть причиной выявления или обработки ложного дефекта на снимках, но также потому, что такая грязь может переноситься на верстак для проведения эксперимента и впоследствии на другую пленку или экраны.

22.2 Поверхность верстака для проведения эксперимента должна быть чистой. При ручном способе обработки чистота будет обеспечена при размещении темной лаборатории с технологическим оборудованием на одной стороне и оборудования с пленкопротяжным устройством по другой стороне. Тогда лаборатория будет иметь сторону проведения влажных работ и сторону проведения сухих работ, и вероятность загрязнения верстака химическими реактивами будет незначительной.

22.3 Пленки следует держать только за края сухими, чистыми руками во избежание отпечатков пальцев на их поверхностях.

22.4 Необходимо избегать острых сгибов, чрезмерного давления и любого неосторожного обращения.

23. ОБРАБОТКА ПЛЕНКИ, ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

23.1 Для получения удовлетворительных снимков *следует* проявить осторожность, как при выполнении снимков, так и при обработке. Самые чувствительные радиографические технологии могут не дать ожидаемого результата по причине некорректных или неправильных действий в темной лаборатории.

23.2 В разделах 24-26 представлена общая информация по обработке пленки. Подробная информация по обработке пленки предоставлена в документе Guide E 999.

24. АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

24.1 *Автоматическая обработка* — Суть системы автоматической обработки заключается в контроле. Устройство для обработки поддерживает соответствующую температуру химических растворов, автоматически перемешивает и обновляет растворы, механически перемещает пленку с тщательно контролируемой скоростью по циклу обработки. Характеристики пленки должны быть совместимы с условиями обработки. Поэтому необходимо соблюдать требования изготовителей к пленке, устройству для обработки и химическим реагентам.

24.2 *Автоматическая обработка, сухой метод* — Суть сухой автоматической обработки заключается в точном контроле зависимости времени и температуры, обеспечивая, таким образом, воспроизводимость значений радиографической плотности. Характеристики пленки должны быть совместимы с условиями обработки. Поэтому необходимо соблюдать требования изготовителей к пленке и устройствам для обработки.

25. РУЧНАЯ ОБРАБОТКА

25.1 Необходимо принимать во внимание подробные рекомендации изготовителей пленки и химических реагентов при ручной обработке пленки. Данный раздел описывает этапы одного приемлемого метода ручной обработки.

25.2 *Подготовка* — Не следует обрабатывать большее количество пленки, нежели можно поместить с минимальным зазором ½ дюйма (12,7 мм). Перед началом проявки загружают рамы и перемешивают растворы.

25.3 *Начало проявки* — Установить таймер и поместить пленки в проявочный бак. Обеспечить минимальный зазор ½ дюйма (12,7 мм) и перемешивать в двух направлениях порядка 15 с.

25.4 *Проявка* — Стандартная проявка занимает от 5 до 8 мин при 68°F (20°C). Большее время проявки обычно приводит к более высокой светочувствительности пленки и немного большему контрасту. При выборе времени проявки необходимо соблюдать рекомендации изготовителя. При более высокой или низкой температуре время проявки должно быть изменено. Кроме того, соблюдайте рекомендации изготовителя по времени проявки в зависимости от таблиц температуры. К другим важным рекомендациям изготовителя относят нормы пополнения, обновление растворов и другие специальные инструкции.

25.5 *Перемешивание* — Встряхивайте пленку горизонтально и вертикально каждую минуту в течение нескольких секунд во время проявки. Это поможет обеспечить равномерную проявку пленки.

25.6 О*станавливающий раствор или промывка* — После завершения проявки активность проявителя, оставшегося на эмульсии, необходимо нейтрализовать кислым останавливающим раствором или, если это не возможно, промывкой в чистой воде с энергичным перемешиванием. Соблюдайте рекомендации изготовителя пленки по составу останавливающего раствора (или длительности альтернативной промывки), времени погружения и времени действия раствора.

25.7 *Фиксация* — Пленки не должны касаться друг друга в закрепителе. Встряхните рамы вертикально в течение примерно 10 секунд и снова в конце первой минуты для обеспечения стандартной и быстрой фиксации. Держите их в закрепителе до полного окончания фиксации (то есть, по меньшей мере, в два раза дольше, нежели период очистки), но не более 15 минут в относительно свежем закрепителе. Частое взбалтывание сокращает время фиксации.

25.8 *Нейтрализация закрепителя* — Желательно использовать промывочную жидкость для удаления следов гипосульфита или нейтрализатор закрепителя между фиксацией и промывкой. Эти вещества позволяют сократить время и количество воды, необходимые для достаточной промывки. Необходимо строго соблюдать рекомендации изготовителей по приготовлению, использованию и сроку годности раствора.

25.9 *Промывка* — Эффективность промывки зависит от промывочной воды, ее температуры, напора и промываемой пленки. Обычно промывка происходит очень медленно при температуре ниже 60°F (16°C). Во время промывки при температуре выше 85°F (30°C) необходимо быть внимательными и не оставлять пленки в воде слишком надолго. Пленки следует промывать отдельными группами, избегая загрязнения от новой пленки, переносимой из закрепителя. Добиваясь производительности, при которой должно промываться как можно большего количества пленок, частично промытые пленки следует перемещать к входу.

25.9.1 Каскадный метод промывки требует меньшего количества воды и обеспечивает более качественную промывку за тот же период времени. Разделите промывочный бачок на две секции (или два бачка). Поместите пленки из закрепителя в выходную секцию. После частичной промывки переместите группу пленок во входную секцию, что закончит промывку в пресной воде.

25.9.2 Для получения конкретных рекомендаций по промывке обратитесь к производителю пленки.

25.10 *Смачивающее средство* — Погрузите пленку приблизительно на 30 секунд в смачивающее средство. Это позволяет воде равномерно стекать с пленки, что способствует быстрому, ровному высыханию.

25.11 *Остаточные концентрации закрепителя*— Если фиксирующие химические реагенты недостаточно удалены с пленки, они со временем приведут к потускнению или блеклости проявленного изображения. Допускаемые остаточные концентрации закрепителя зависят от того, должны ли пленку сохранять для промышленных целей (от 3 до 10 лет), или же она должна быть архивного качества. Обработка архивного качества желательна для всех снимков всегда, когда средняя относительная влажность воздуха и температура, вероятнее всего, будут чрезмерными, как в случае с тропическим и субтропическим климатом. Метод определения остаточных концентраций закрепителя можно уточнить в стандарте ANSI PH4.8, PH1.28 и PH1.41.

25.12 *Сушка* — Сушка зависит от следующего*(1)* пленка (основа и эмульсия); (2) обработка (прочность эмульсии после промывки, использование смачивающего средства); и *(3)* осушающий воздух (температура, влажность, расход). Ручная сушка может варьироваться от сушки спокойным воздухом при температуре окружающей среды, достигающей 140°F (60°C), и воздухом, циркулирующим с помощью вентилятора. Рекомендуемые условия сушки необходимо узнать у изготовителей пленки. Применяйте меры предосторожности при закреплении пленки на рамах для того, чтобы исключить контакт с сушильным аппаратом. Необходимо избегать слишком высокой температуры сушки при низкой влажности, что может привести к неравномерному высыханию.

26. КОНТРОЛЬ ПРОЯВИТЕЛЯ

26.1 Желательно проверять активность радиографического проявляющего раствора. Это может быть выполнено периодической проявкой участков пленки, экспонированных при тщательно контролируемых условиях с разными значениями интенсивности или времени излучения, или при использовании имеющихся отрезков, прошедших тщательный контроль на чувствительность пленки и регрессию скрытого изображения.

27. ПРОСМОТР РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ

27.1 Документ Guide E 1390 содержит подробную информацию о требованиях к осветительным приборам. Следующие разделы содержат общую информацию, которую необходимо учитывать при использовании осветительных приборов.

27.2 *Передача изображений* — Осветительный прибор должен обеспечивать освещение такой интенсивности, которое будет освещать участки радиографических снимков средней плотности без отсвечивания, и должен рассеивать свет равномерно на просматриваемый участок. Промышленные люминесцентные осветители достаточны для радиографических снимков средней плотности; но, несмотря на это, имеются осветительные приборы высокой интенсивности для плотности вплоть до 3,5 или 4,0. Для исключения любого постороннего освещения в просмотровом устройстве, когда просматриваемые снимки меньше, чем смотровое отверстие, или для защиты участков с низкой плотностью необходимо применять рамки.

27.3 *Отражение* — Радиографические снимки на полупрозрачной и непрозрачной основе могут просматриваться при отраженном свете. Для предотвращения чрезмерного отсвечивания рекомендуется осматривать снимок в условиях рассеянного освещения. В отдельных случаях для улучшения интерпретации изображения может быть использовано оптическое увеличение.

28. ПРОСМОТРОВАЯ КОМНАТА

28.1 В просмотровой комнате предпочтительно приглушенное освещение, а не полная темнота. Освещенность окружающей обстановки должна быть примерно такой же, как исследуемого участка на радиографическом снимке. Освещение комнаты должно быть предусмотрено таким образом, чтобы не было отблесков от поверхности пленки при исследовании.

29. ХРАНЕНИЕ ОБРАБОТАННЫХ СНИМКОВ

29.1 Документ Guide E 1254 содержит подробную информацию по контролю и техническому обслуживанию в целях сохранности снимков и неэкспонированной пленки. Следующие разделы содержат общую информацию по хранению снимков.

29.2 Ввиду случайного образования пятен и постепенного исчезновения изображения, вызванных определенным клеем, используемым при производстве конвертов (см. ANSI PHI.53) предпочтение отдается конвертам, имеющим боковой шов, а не центральный, и соединенным негигроскопичным клеем.

30. ПРОТОКОЛЫ

30.1 Рекомендуется вести журнал учёта технических проверок (журнал может состоять из картотеки, системы перфокарт, инструкции или других учетных записей), содержащий протоколы о каждой выполненной работе. Данный протокол должен включать первоначально номер наряда (который также должен появиться на пленке), обозначение контролируемых частей, материалов или участков, проходящих радиографию, дату экспонирования пленки, полное описание технологии радиографии, достаточно подробное, чтобы любая технология могла быть воспроизведена без труда. Если данные по калибровке или другие протоколы, такие как картотеки или методики, используются для определения процедуры, в журнале должна быть приведена ссылка только на соответствующие данные или другой протокол. Впоследствии данные, полученные лицом, осуществляющим интерпретацию снимков, и решение (одобрение или выбраковка), если это имеет место, а также его инициалы должны быть вписаны для каждого наряда.

31. ОТЧЕТЫ

31.1 Если требуются письменные отчеты о радиографическом контроле, они должны включать следующую информацию, помимо других позиций, которые могут быть согласованы:

31.1.1 Обозначение деталей, материала или участка.

31.1.2 Номер наряда радиографической дефектоскопии.

31.1.3 Данные или решение, если имеют место. Данная информация может быть получена непосредственно из журнала.

32. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЫ

32.1 Коль скоро радиография является инспектирующей (а не исследовательской) операцией, посредством которой материалы получают одобрение или забраковываются, для всех деталей и материалов, которые были одобрены, необходимо обеспечить постоянную маркировку, если возможно, со специальным опознавательным символом, который должен указывать последующему или окончательному эксперту факт радиографического одобрения.

32.2 По возможности полученные снимки следует сохранять в картотеке для справки. Сохранность радиографических снимков и продолжительность времени их хранения должны быть согласованы заинтересованными сторонами.

33. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

33.1 расчеты экспозиции; классификация пленок; гамма-лучи; эталоны чувствительности (IQI); радиографические снимки; радиографический контроль; уровень качества радиографии; файл технологии; рентгеновские лучи.

ПРИЛОЖЕНИЕ
(Необязательная информация)

X1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ЭКРАНОВ

X1.1 *Описание* — Флуоресцентный усиливающий экран имеет картонную или пластиковую подложку, покрытую однородным слоем неорганического люминофора (кристаллическая субстанция). Подложка и фосфор скрепляются вместе радиопроницаемым связующим материалом. Флуоресцентные экраны получили свое название в результате того, что кристаллы люминофора «флуоресцируют» (излучают видимый свет) при воздействии рентгеновского или гамма излучения. Некоторые виды люминофора, такие как вольфрамат кальция ($CaWO_4$), испускают поглощенную энергию излучения в виде синефиолетовых световых вспышек, в то время как другие, известные как редкоземельные элементы, излучают зеленый свет.

X1.2 *Назначение и типы пленки* — Экспозиции при флуоресцентных экранах обычно намного короче случаев, которые выполняются без экранов, или при свинцовых усиливающих экранах, т.к. радиографические пленки в основном более чувствительны к видимому свету, чем к прямому рентгеновскому излучению, гамма-излучению и электронам.

X1.2.1 Пленки относятся к одной из двух категорий: пленка безэкранного типа, имеющая среднюю чувствительность к свету, и пленка экранного типа, специально сенсибилизированная, с высокой чувствительностью к синему и зеленому свету. Флуоресцентные экраны могут сократить обычное время экспозиции почти в 150 раз, в зависимости от типа пленки.

X1.3 *Качество изображение и использование* — Качество изображения, связанное с экспозицией при флуоресцентных экранах – это зависимость от резкости, зернистости и контраста. Резкость экрана зависит от размеров кристаллов люминофора, толщины кристаллического слоя и отражающего основного покрытия. Каждый кристалл излучает свет, соответствующий своему размеру во всех направлениях, таким образом, создавая относительный уровень нерезкости изображения. Для уменьшения данной нерезкости контакт между экраном и пленкой должен быть настолько тесный, насколько это возможно. Зернистость неблагоприятно влияет на качество изображения в двух направлениях. Во-первых, «квантовая» зернистость зависит от количества рентгеновского и гамма излучения, фактически поглощаемого флуоресцентным экраном, то есть более чувствительная система экран/пленка приводит к большей зернистости и более низкому качеству изображения. «Структурная» зернистость, которая зависит от размера кристаллов, однородности кристаллов и толщины слоя, уменьшается при использовании экранов, имеющих небольшие, равномерно расположенные в тонком кристаллической слое кристаллы. Флуоресцентные экраны обладают высокой чувствительностью к длинноволновому рассеянному излучению. Поэтому, для увеличения контрастности, когда данное излучение, не образующее изображения, чрезмерно, рекомендуется применять флуорометаллические усиливающие экраны или флуоресцентные экраны на свинцовых экранах соответствующей толщины. Технология изготовления экранов пережила значительные успехи в последние годы, и современные флуоресцентные экраны имеют кристаллы меньшего размера, более равномерное распределение кристаллов и меньшую толщину люминофора. Это проявляется в большей чувствительности экрана/пленки и уменьшении нерезкости и зернистости. Данные усовершенствования могут приносить значительную пользу для промышленной радиографии, как указано в трех следующих примерах:

X1.3.1 *Сокращение времени экспонирования (Увеличение производительности)* — Существуют случаи, когда чрезмерное время экспонирования делает обычную радиографию нецелесообразной. Примером является исследование плотных материалов с высоким атомным числом изотопами с низкой радиоактивностью. В зависимости от многих переменных, время экспонирования может быть уменьшено на коэффициент от 2х до 105 х при использовании подходящего сочетания флуоресцентного экрана и пленки.

X1.3.2 *Улучшение условий техники безопасности (Полевые площадки)* — Так как флуоресцентные экраны обеспечивают снижение экспозиции, время, за которое персонал, не занятый в работах с излучением, должен покинуть участок, на котором проводится радиографическая дефектоскопия, может быть значительно сокращено.

X1.3.3 *Увеличение производительности оборудования* — Использование преимущества флуоресцентных экранов в чувствительности путем преобразования в пониженный уровень энергии. Примером может служить то, что рентгеновская трубка с напряжением в 150 кВ может выполнять работу трубки с напряжением в 300 кВ, или, что иридий 192 может быть использован в тех случаях, когда обычно требуется использовать кобальт 60. Общее качество изображения будет лучше при более низком напряжении при использовании флуоресцентных экранов, чем при более высоком уровне напряжения при использовании свинцовых экранов.

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ И, КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТАНДАРТНЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ ЭТАЛОНОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

A08

SE-747

(Аналогично документу ASTM Specification E 747-04)

1. Область применения

1.1 Данная технология включает в себя проектирование, классификацию материалов по группам и изготовление проволочных эталонов чувствительности (IQI), используемых для определения качества радиологического изображения.

1.2 Данная технология применима для радиографии рентгеновскими и гамма-лучами.

1.3 Данная технология описывает использование проволочных эталонов чувствительности в качестве стандартных эталонов чувствительности для материала толщиной в диапазоне от 6,4 до 152 мм (0,25 до 6,0 дюймов).

1.4 Значения, указанные в единицах дюймы-фунты, считаются стандартными.

1.5 *В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности, если таковые имеются, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.*

2. Документы для справки

2.1 *Стандарты ASTM:*

B 139 Specification for Phosphor Bronze Rod, Bar, and Shapes (Технические условия для прутков, полос и профилей из фосфористой бронзы)

B 150 Specification for Aluminum Bronze Rod, Bar, and Shapes (Технические условия для прутков, полос и профилей из алюминиевой бронзы)

B 161 Specification for Nickel Seamless Pipe and Tube (Технические условия для никелевых бесшовных толстостенных и тонкостенных труб)

B 164 Specification for Nickel-Copper Alloy Rod, Bar, and Wire (Технические условия для прутков, стержней и проволоки из никелемедного сплава)

B 166 Specification for Nickel-Chromium-fron Alloys (UNS N06600, N06601, and N06690) and Nickel-Chromium-Cobalt-Molybdenum Alloy (UNS N06617) Rod, Bar, and Wire (Технические условия для прутков, стержней и проволоки из железо-хромоникелевых сплавов (UNS N06600, N06601 и N06690) и хромоникелекобальтомолибденовых сплавов (UNS N06617)

E 1025 Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Hole-Type Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiography (Методика проектирования, изготовления и классификации материалов для пластинчатых эталонов чувствительности, используемых в радиографии)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология для неразрушающего контроля)

2.2 *Прочие стандарты:*

EN 426-1 Non-Destructive Testing—Image Quality of Radiographs-Part 1: Image Quality Indicators (Wire-Type)-Determination of Image Quality Value (Неразрушающий контроль. Качество изображений рентгенограмм. Часть1: Эталоны чувствительности (проволочного типа). Определение значения качества изображения.

3. Терминология

3.1 *Определения* — Определения терминов в документе Terminology E 1316, Раздел D, (Терминология E 1316, раздел D), касающиеся радиографии рентгеновскими и гамма-лучами, должны применяться для терминов, используемых в данном документе.

4. Требования для проволочных стандартных эталонов чувствительности

4.1 Качество на всех уровнях контроля должно определяться с помощью набора проволок, удовлетворяющих следующим требованиям:

4.1.1 Проволоки должны изготавливаться из материалов или сплавов, соответствующих условиям пункта 7.2 или перечисленных в нем. Другие материалы могут использоваться в соответствии с пунктом 7.3.

4.1.2 Стандартные эталоны чувствительности состоят из наборов проволок, расположенных в порядке возрастания диаметров. Размеры диаметров, указанные в Таблице 1, подобраны из последовательных рядов чисел, взятых, в основном, из ряда ISO/R 10. Стандартные эталоны чувствительности должны изготавливаться в соответствии с требованиями, указанными на Рисунках 1-8 и в Таблицах 1, 2 и 3. Эталоны чувствительности, изготовленные предварительно согласно требованиям Дополнения A1, могут использоваться как альтернативный вариант в том случае, если выполняются все остальные требования данного документа.

ТАБЛИЦА 1
РАЗМЕРЫ ПРОВОЛОЧНЫХ ЭТАЛОНОВ И НОМЕРА ПРОВОЛОК

Набор A		Набор B	
Диаметр проволоки, дюйм (мм)	Номер проволоки	Диаметр проволоки, дюйм (мм)	Номер проволоки
0,0032 (0,08)[A]	1	0,010 (0,25)	6
0,004 (0,1)	2	0,013 (0,33)	7
0,005 (0,13)	3	0,016 (0,4)	8
0,0063 (0,16)	4	0,020 (0,51)	9
0,008 (0,2)	5	0,025 (0,64)	10
0,010 (0,25)	6	0,032 (0,81)	11

Набор C		Набор D	
Диаметр проволоки, дюйм (мм)	Номер проволоки	Диаметр проволоки, дюйм (мм)	Номер проволоки
0,032 (0,81)	11	0,10 (2,5)	16
0,040 (1,02)	12	0,126 (3,2)	17
0,050 (1,27)	13	0,160 (4,06)	18
0,063 (1,6)	14	0,20 (5,1)	19
0,080 (2,03)	15	0,25 (6,4)	20
0,100 (2,5)	16	0,32 (8)	21

[A] Проволока диаметром 0,0032 может использоваться для создания специального уровня качества, по согласованию между заказчиком и поставщиком.

4.1.3 Другие варианты эталонов чувствительности, отличные от представленных на рисунках 1-8 и в дополнении A1, оговариваются в договоре. Если размер набора стандартного эталона чувствительности, указанный в Таблице 1 или в Дополнении A1, изменен, то должны быть указаны номер марки, номер набора и основной проволоки. Также, должны иметься в наличии две дополнительные проволоки на размер больше и на размер меньше, также как и для применяемого набора, представленного в Таблице 1.

4.1.4 Каждый набор должен быть промаркирован с использованием букв и цифр, изготовленных из технического свинца или из материала с похожей радиографической плотностью. Обозначение наносится в соответствии с указанием на Рисунках 1-8 или в Дополнении A1, если иное не оговаривается в контракте.

4.1.5 Европейский стандарт EN 462-1 содержит аналогичные положения (с чисто номинальными различиями — см. Таблицу A1.1) по проволочным эталонам чувствительности, как и настоящий стандарт (E 747). Международные пользователи данного типа эталонов чувствительности, которые предпочитают применять стандарт EN 462-1 ввиду конкретного назначения, должны указать подобные альтернативные положения в отдельных контрактных соглашениях по настоящему стандарту.

5. Закупка стандартных эталонов чувствительности

5.1 При выборе стандартных эталонов чувствительности для последующей закупки следует учитывать следующие факторы:

5.1.1 Определите группу(ы) сплава материала, подлежащую контролю.

5.1.2 Определите толщину или диапазон толщин материала(ов), подлежащего контролю.

ТАБЛИЦА 2
ДОПУСКИ НА ДИАМЕТР ПРОВОЛОКИ (ММ)

Диаметр проволоки (d), мм	Допуск, мм
$0.000 < d \le 0.125$	±0.0025
$0.125 < d \le 0.25$	±0.005
$0.25 < d \le 0.5$	±0.01
$0.50 < d \le 1.6$	±0.02
$1.6 < d \le 4$	±0.03
$4.0 < d \le 8$	±0.05

ТАБЛИЦА 3
ДОПУСКИ НА ДИАМЕТР ПРОВОЛОКИ (дюйм)

Диаметр проволоки (d), дюйм	Допуск, дюйм
$0.000 < d \le 0.005$	±0.0001
$0.005 < d \le 0.010$	±0.0002
$0.010 < d \le 0.020$	±0.0004
$0.020 < d \le 0.063$	±0.0008
$0.063 < d \le 0.160$	±0.0012
$0.160 < d \le 0.320$	±0.0020

5.1.3 Выберите подходящие эталоны чувствительности, исходя из требуемой толщины(н) и сплава(вов).

6. Уровни качества изображения

6.1 Требуемый уровень качества при использовании проволочных эталонов должен быть равен уровню 2-2T, указанному в документе Practice E 1025 для пластинчатых эталонов чувствительности, если более высокий или низкий уровень качества не согласован заказчиком и поставщиком. В Таблице 4 представлен перечень различных пластинчатых эталонов чувствительности и диаметр проволок соответствующей эквивалентной чувствительности эталона и соответствующие диаметры отверстий в пластинчатых эталонах (1T, 2T и 4T). Данная таблица может быть использована для определения уровней качества для 1T, 2T и 4T. В Приложении XI представлена формула для расчета других равноценных вариантов, если таковые потребуются.

6.2 При определении уровней качества в договоре, в заказе на поставку, в спецификации на изделие или в чертеже должна быть точно указана толщина материала, для которого определяется уровень качества. Особенно важно тщательное изучение требуемых уровней качества.

7. Группы материалов

7.1 *Общие положения:*

7.1.1 Материалы распределены на восемь групп на основании их характеристик поглощения излучения: группы 03, 02, и 01 для легких металлов, а группы 1-5 для тяжелых металлов.

7.1.2 Группы легких металлов: магний (Mg), алюминий (Al) и титан (Ti), обозначены соответственно 03, 02 и 01 в зависимости от преобладающего легирующего компонента. Материалы перечислены в порядке увеличения способности к поглощению излучения.

РИС. 1 НАБОР A/ВАРИАНТ 1

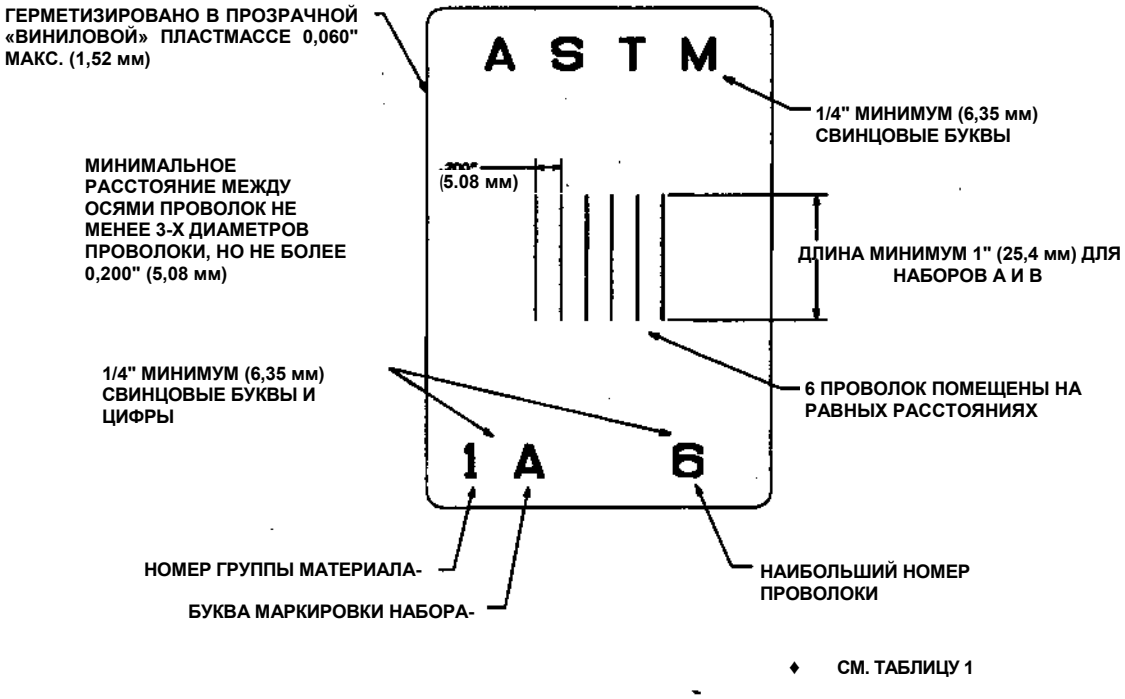


РИС. 2 НАБОР A/ВАРИАНТ 2

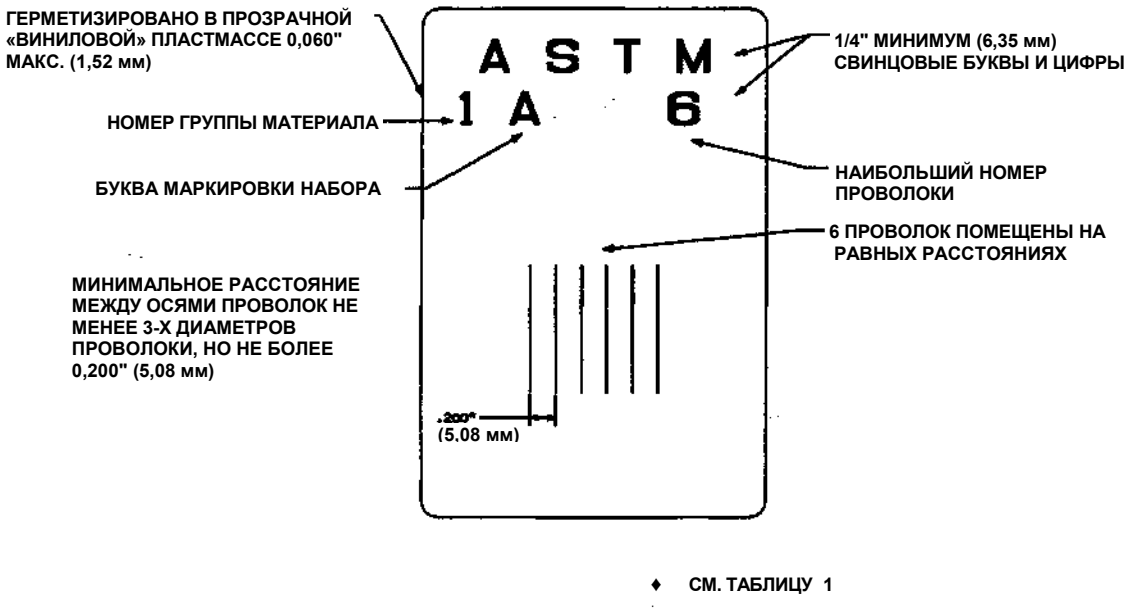
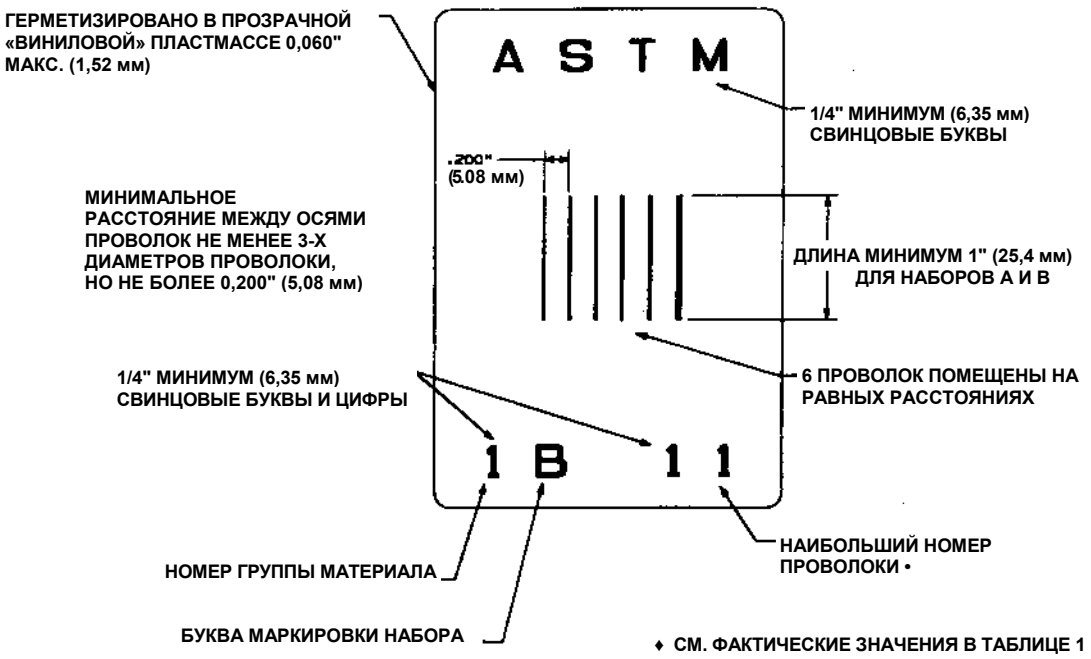
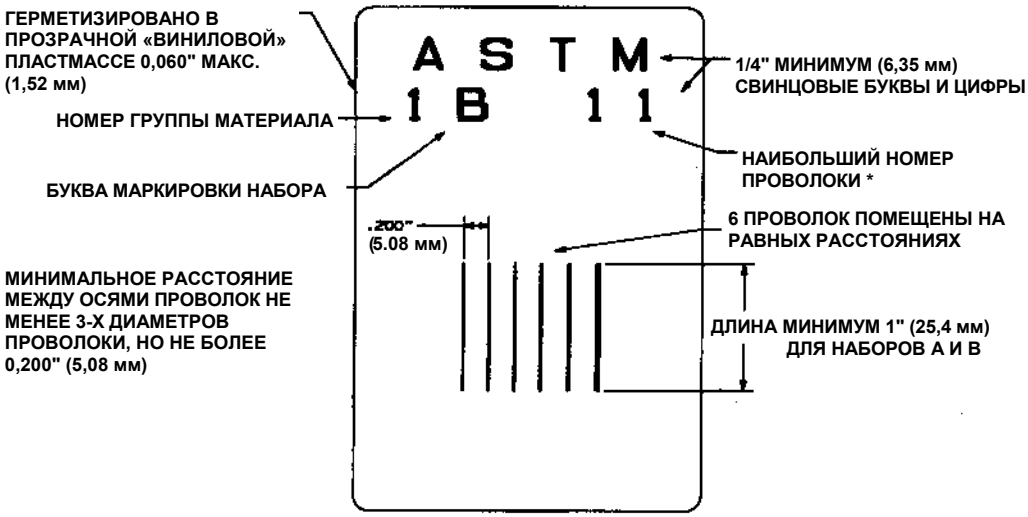


РИС. 3 НАБОР B/ВАРИАНТ 1



♦ СМ. ФАКТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ В ТАБЛИЦЕ 1

РИС. 4 НАБОР B/ВАРИАНТ 2



♦ СМ. ФАКТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ В ТАБЛИЦЕ 1

РИС. 5 НАБОР C/ВАРИАНТ 1

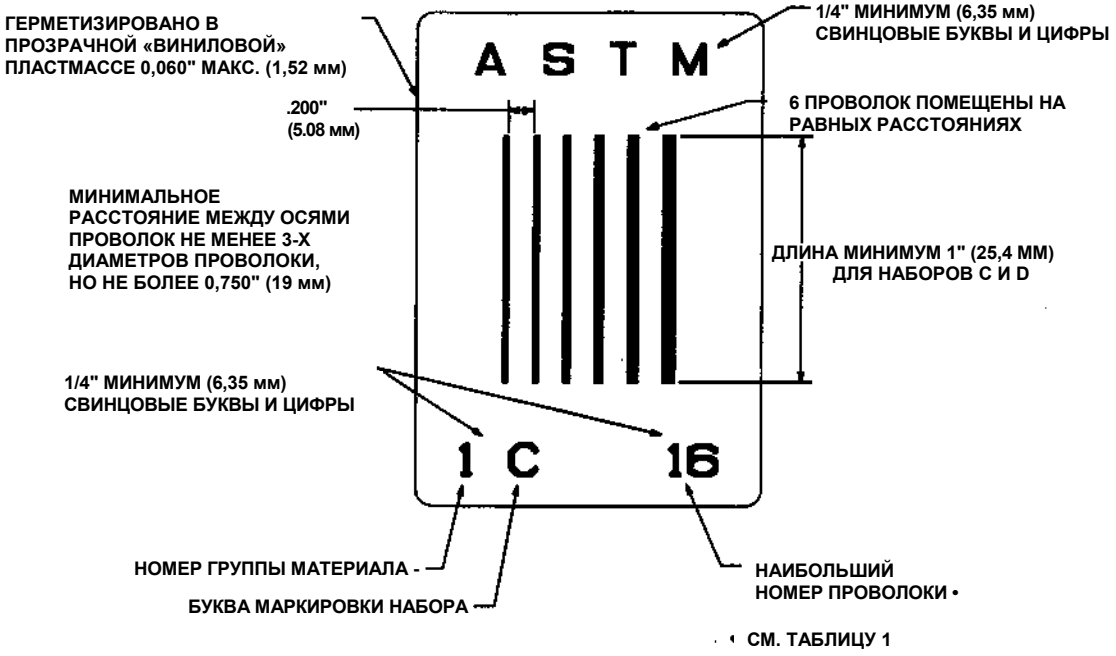


РИС. 6 НАБОР C/ВАРИАНТ 2

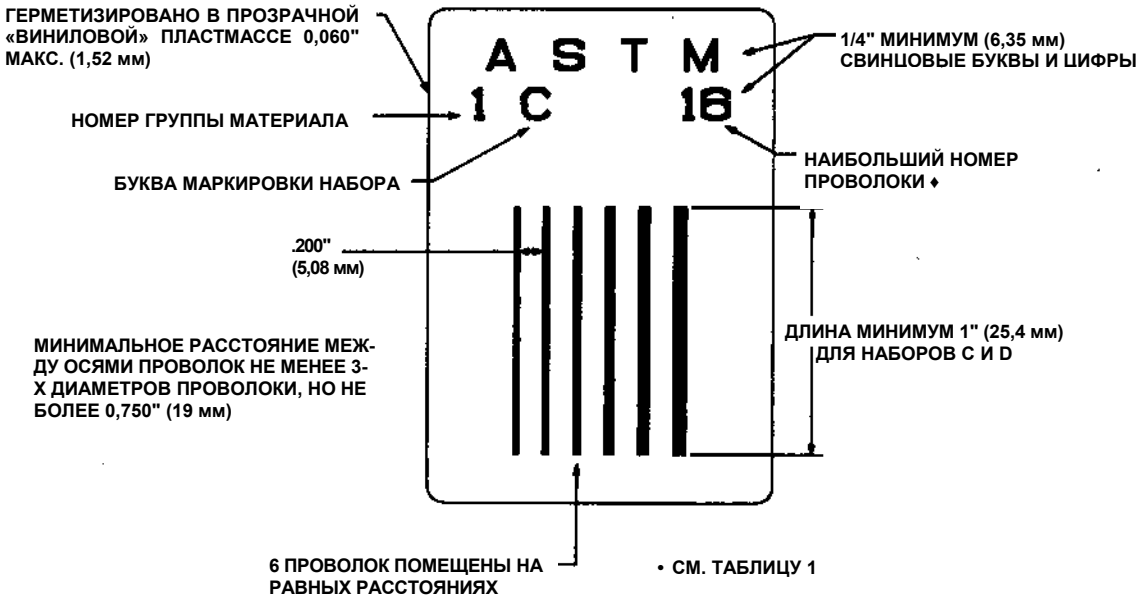
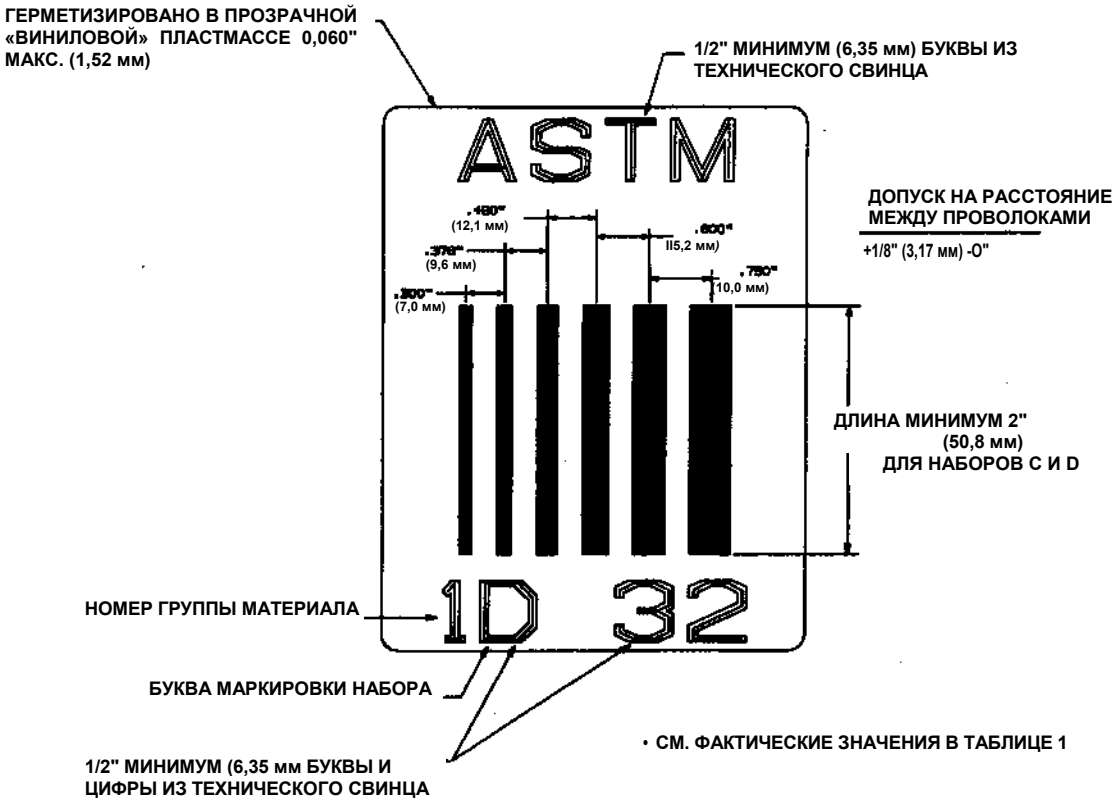


РИС. 7 НАБОР D/ВАРИАНТ 1



7.1.3 Группы тяжелых металлов: стальные сплавы, сплавы на основе меди и никеля и сходные с ними сплавы обозначены 1-5. Способность материала к поглощению излучения растет с увеличением его численного обозначения.

7.1.4 Общепринятые торговые марки или обозначения сплавов используются для уточнения применяемых материалов.

7.1.5 Материалы, из которых изготавливаются эталоны чувствительности, указываются в каждом конкретном случае, а данные эталоны чувствительности применяются для всех материалов, перечисленных внутри своей группы. Кроме того, любой эталон чувствительности, используемый для конкретной группы материалов, может использоваться для любого материала из предыдущей группы с меньшим порядковым номером, в том случае, если сохраняется соответствующий уровень качества.

7.2 *Группы материалов:*

7.2.1 *Группа материалов 01:*

7.2.1.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из титана, либо титан должен быть преобладающим легирующим компонентом.

7.2.1.2 Использовать для всех сплавов, где титан является преобладающим легирующим компонентом.

7.2.2 *Группа материалов 02:*

7.2.2.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из алюминия, либо алюминий должен быть преобладающим легирующим компонентом.

7.2.2.2 Использовать для всех сплавов, где алюминий является преобладающим легирующим компонентом.

7.2.3 *Группа материалов 03:*

7.2.3.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из магния, либо магний должен быть преобладающим легирующим компонентом.

7.2.3.2 Использовать для всех сплав, где магний является преобладающим легирующим компонентом.

7.2.4 *Группа материалов 1:*

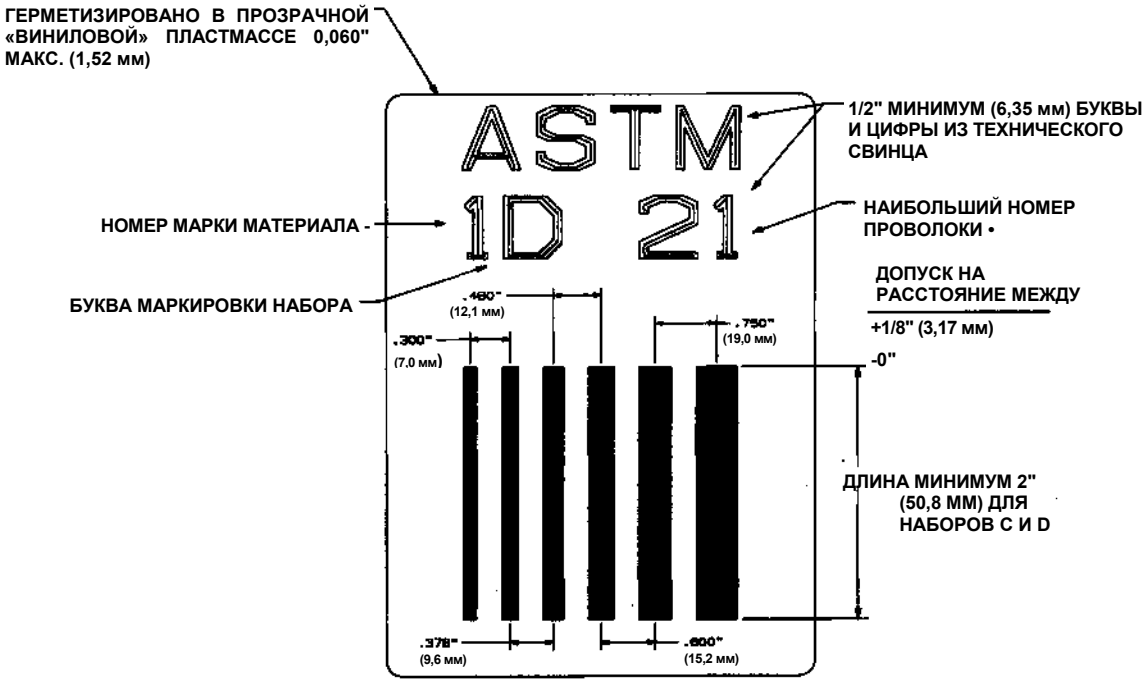
7.2.4.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из углеродистой стали или из нержавеющей стали серии Type 300.

7.2.4.2 Использовать для всех углеродистых сталей, низколегированных сталей, нержавеющих сталей и марганцевоникилеалюминиевой бронзы (Superston).

7.2.5 *Группа материалов 2:*

7.2.5.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из алюминиевой бронзы (сплав No. 623 из Specification B 150 (технические условия B 150) или из эквивалентного сплава; либо из никелеалюминиевой бронзы (сплав

РИС. 8 НАБОР D/ВАРИАНТ 2



• СМ. ФАКТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ В ТАБЛИЦЕ 1

ТАБЛИЦА 4

РАЗМЕРЫ ПРОВОЛОК, ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ОТВЕРСТИЯМ С ДИАМЕТРАМИ 1T, 2T, И 4T В РАЗЛИЧНЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНАХ

Толщина пластинки, дюймы, (мм)	Идентификационный номер пластинчатого эталона чувствительности	Диаметр проволоки с эквивалентной чувствительностью пенетрометра для отверстий различных диаметров в пластинке, дюйм (мм)		
		1T	2T	4T
0,005 (0,13)	5	…	0,0038 (0,09)	0,006 (0,15)
0,006 (0,16)	6	…	0,004 (0,10)	0,0067 (0,18)
0,008 (0,20)	8	0,0032 (0,08)	0,005 (0,13)	0,008 (0,20)
0,009 (0,23)	9	0,0035 (0,09)	0,0056 (0,14)	0,009 (0,23)
0,010 (0,25)	10	0,004 (010)	0,006 (0,15)	0,010 (0,25)
0,012 (0,30)	12	0,005 (0,13)	0,008 (0,20)	0,012 (0,28)
0,015 (0,38)	15	0,0065 (0,16)	0,010 (0,25)	0,016 (0,41)
0,017 (0,43)	17	0,0076 (0,19)	0,012 (0,28)	0,020 (0,51)
0,020 (0,51)	20	0,010 (0,25)	0,015 (0,38)	0,025 (0,63)
0,025 (0,64)	25	0,013 (0,33)	0,020 (0,51)	0,032 (0,81)
0,030 (0,76)	30	0,016 (0,41)	0,025 (0,63)	0,040 (1,02)
0,035 (0,89)	35	0,020 (0,51)	0,032 (0,81)	0,050 (1,27)
0,040 (1,02)	40	0,025 (0,63)	0,040 (1,02)	0,063 (1,57)
0,050 (1,27)	50	0,032 (0,81)	0,050 (1,27)	0,080 (2,03)
0,060 (1,52)	60	0,040 (1,02)	0,063 (1,57)	0,100 (2,54)
0,070 (1,78)	70	0,050 (1,27)	0,080 (2,03)	0,126 (3,20)
0,080 (2,03)	80	0,063 (1,57)	0,100 (2,54)	0,160 (4,06)
0,100 (2,5)	100	0,080 (2,03)	0,126 (3,20)	0,200 (5,08)
0,120 (3,05)	120	0,100 (2,54)	0,160 (4,06)	0,250 (6,35)
0,140 (3,56)	140	0,126 (3,20)	0,200 (5,08)	0,320 (8,13)
0,160 (4,06)	160	0,160 (4,06)	0,250 (6,35)	…
0,200 (5,08)	200	0,200 (5,08)	0,320 (8,13)	…
0,240 (6,10)	240	0,250 (6,35)	…	…
0,280 (7,11)	280	0,320 (8,13)	…	…

No. 630 из Specification B 150) или из эквивалентного сплава.

7.2.5.2 Использовать для любой алюминиевой бронзы и любой никелеалюминиевой бронзы.

7.2.6 *Группа материалов 3:*

7.2.6.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из железохромоникелевого сплава (UNS No. N06600) (Inconel (инконель)). (см. Specification (технические условия) B 166).

7.2.6.2 Использовать для железохромоникелевого сплава и для мартенситно-стареющей стали с 18% содержанием никеля.

7.2.7 *Группа материалов 4:*

7.2.7.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из никелемедного сплава, в котором соотношение никеля к меди 70 к 30, (Monel (монель)) (класс A или B из Specification (технические условия) B 164) или из эквивалентного сплава; либо из медно-никелевого сплава, в котором соотношение меди в никелю 70 к 30 (сплав G из Specification B 161) или из эквивалентного сплава.

7.2.7.2 Использовать для никелевых, медных или никелемедных серий или всех медно-никелевых серий сплавов, и для всех латуней (медно-цинковых сплавав). В группу 4 эталонов чувствительности может быть включена свинцовая латунь, т. к в свинцовой латуни усиливается затухание радиационных лучей в связи с повышением содержания свинца. Это может быть эквивалентно использованию эталонов чувствительности из нижестоящей группы с большим порядковым номером.

7.2.8 *Группа материалов 5:*

7.2.8.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из оловянистой бронзы (сплав D из Specification B 139).

7.2.8.2 Использовать для оловянистых бронз, в том числе для пушечной бронзы и вентильной бронзы, или для свинцово-оловянистой бронзы с большим содержанием свинца, чем в вентильной бронзе. В группу 5 эталонов чувствительности может быть включена бронза с более высоким содержанием свинца, т. к в свинцовистой бронзе усиливается затухание радиационных лучей в связи с повышением содержания свинца. Это может быть эквивалентно использованию эталонов чувствительности из нижестоящей группы с большим порядковым номером.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — При разработке восьми перечисленных групп материалов был установлен ряд других торговых марок или сплавов с другими обозначениями. Для того чтобы данный документ стал максимально удобен в использовании, ниже перечислены эти материалы, распределенные по группам:

(1) Группа 2 — Haynes Alloy (сплав) IN-100.

(2) *Группа 3* — Haynes Alloy No. 713C (сплав Haynes No. 713C), Hastelloy D, G. E (сплав хастелой D, G. E). Alloy SEL (сплав SEL), Haynes Stellite Alloy No. 21 (стеллитовый сплав Haynes No. 21), GMR-235 Alloy (сплав GMR-235), Haynes Alloy No. 93 (сплав Haynes No. 93), Inconel X (инконель X), Inconel 718 (инконель718), и Haynes Stellite Alloy No. S-816 (стеллитовый сплав Haynes No. S-816).

(3) *Группа 4* — Hastelloy Alloy F (сплав хастелой F), Hastelloy Alloy X (сплав хастелой X), и Multimeter Alloy Rene 41 (мультиметровый сплав Rene 41).

(4) *Группа 5* — Сплавы в порядке увеличения затухания радиационных лучей: Hastelloy Alloy B (сплав Hastelloy B), Hastelloy Alloy C (сплав Hastelloy C), Haynes Stellite Alloy No. 31 (стеллитовый сплав Haynes No. 31), Thetaloy, Haynes Stellite No. 3 (стеллитовый сплав Haynes No. 3), Haynes Alloy No. 25 (сплав Haynes No. 25). Стандартные эталоны чувствительности, выполненные из любого из этих материалов, считаются пригодными для материалов, удовлетворяющих данным условиям.

Примечание 2 — Комитет, разрабатывающий данные рекомендации, предлагает добавлять другие материалы в перечисленные группы материалов при возникновении такой необходимости или при получении дополнительной информации, либо могут быть добавлены дополнительные группы материалов.

7.3 *Метод для других материалов:*

7.3.1 Для материалов, не представленных в данном документе, могут использоваться эталоны качества, выполненные из этих же материалов или любых других материалов, если выполняются следующие требования. Для двух блоков равной толщины, один из исследуемого материала (материал для производства продукции) и один из материала стандартного эталона чувствительности, должен быть выполнен рентгеновский снимок на одной пленке посредством одной дозы облучения при минимальном энергетическом уровне, используемом в производстве. Должны быть выполнены замеры изображения каждого материала на рентгеновском снимке с помощью денситометра. Оптическая плотность каждого изображения должна быть в пределах от 2,0 до 4,0. Если оптическая плотность изображения материала стандартного эталона чувствительности составляет от 1,00 до 1,15 (-0% до +15%) от оптической плотности изображения производственного материала, то эталоны чувствительности, выполненные из того же материала, что и данный эталон чувствительности, могут использоваться для радиографического контроля данного производственного материала. Кривая процентного соотношения основана на оптической плотности материала стандартного эталона чувствительности.

7.3.2 Всегда должно быть разрешено использование эталонов чувствительности, состав которых сходен с составом исследуемого материала.

8. Сертификация стандартного эталона чувствительности

8.1 Производитель стандартного эталона чувствительности должен предоставить документы, удостоверяющие следующее:

8.1.1 Дополнительный вариант маркировки стандартного эталона чувствительности, при необходимости.

8.1.2 Тип материала.

8.1.3 Соответствие установленным допускам для размерных величин.

8.1.4 Обозначение стандарта ASTM, например ASTM E 747 — (обозначение года) используемого для производства.

9. Точность и систематическая погрешность

9.1 *Точность и систематическая погрешность* — Не ведется никакого учета точности или систематической погрешности при определении качества изображений, т.к. в результате исследований определяется только наличие соответствия критериям ожидаемого результата, установленным данной технологией.

10. Ключевые слова

10.1 оптическая плотность, уровень качества изображения, стандартный эталон чувствительности, радиологический, радиология, рентгеновское излучение и гамма-излучение

ДОПОЛНЕНИЕ

(Обязательная информация)

A1. ВАРИАНТЫ МАРКИРОВКИ СТАНДАРТНЫХ ЭТАЛОНОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

A1.1 Разрешено использование стандартных эталонов чувствительности с маркировками, показанными на Рисунках. A1.l - A1.9 и перечисленными в Таблице A1.l, в качестве допустимых вариантов, при условии, что выполняются все остальные требования документа Practice E 747.

РИС. A1.1 НАБОР A/ВАРИАНТ 1

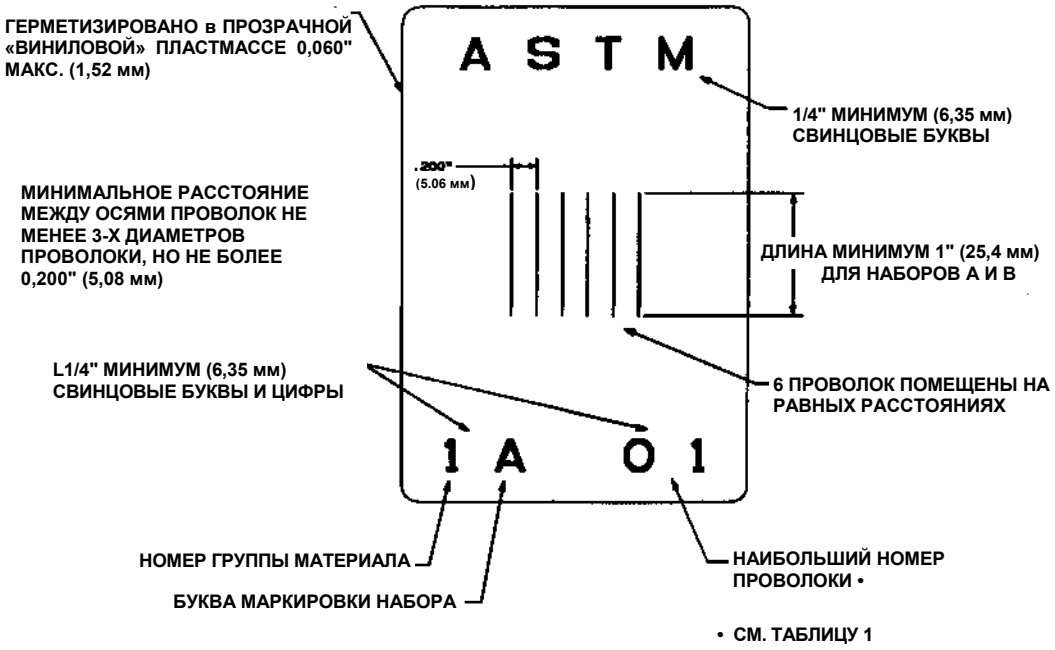
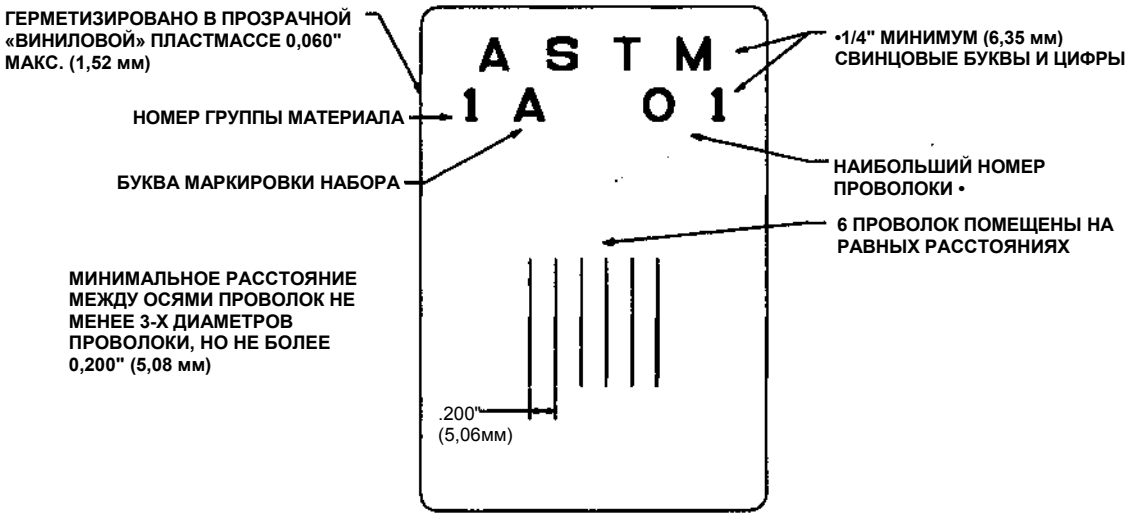
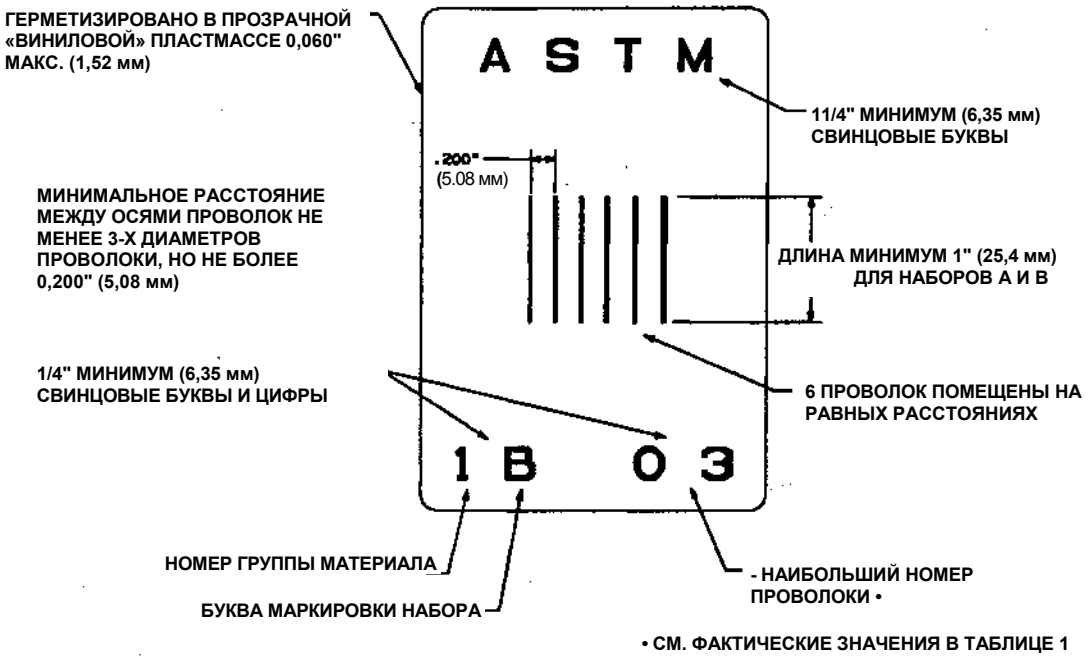


РИС. A1.2 НАБОР A/ВАРИАНТ 2



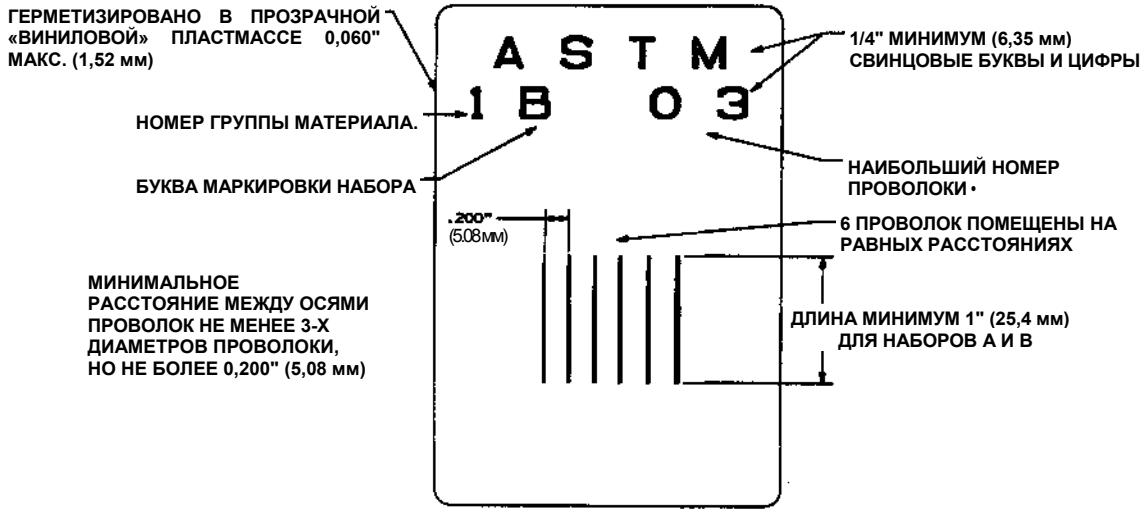
• СМ. ТАБЛИЦУ 1

РИС. A1.3 НАБОР B/ВАРИАНТ 1



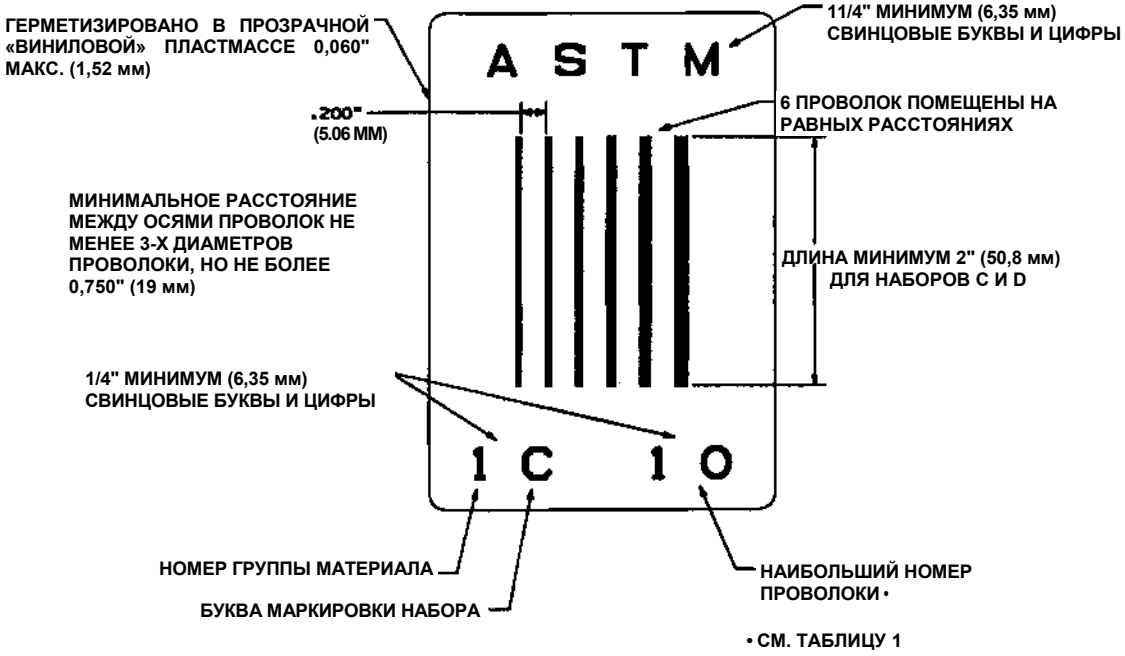
• СМ. ФАКТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ В ТАБЛИЦЕ 1

РИС. A1.4 НАБОР B/ВАРИАНТ 2



• СМ. ФАКТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ В ТАБЛИЦЕ 1

РИС. A1.5 НАБОР C/ВАРИАНТ 1



• СМ. ТАБЛИЦУ 1

РИС. A1.6 НАБОР C/ВАРИАНТ 2

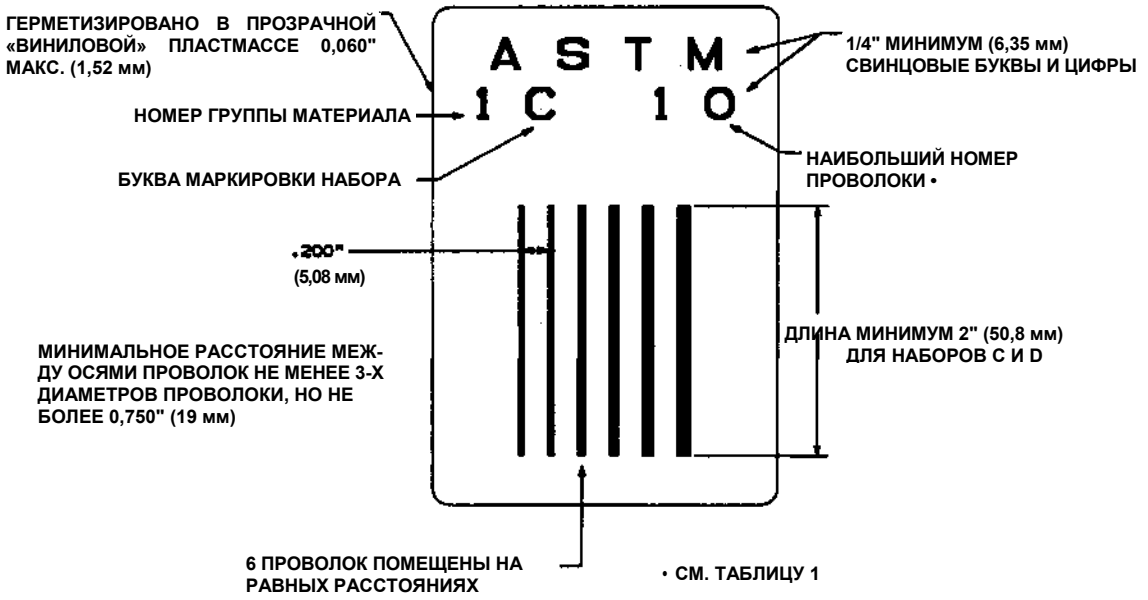


РИС. A1.7 НАБОР D/ВАРИАНТ 1

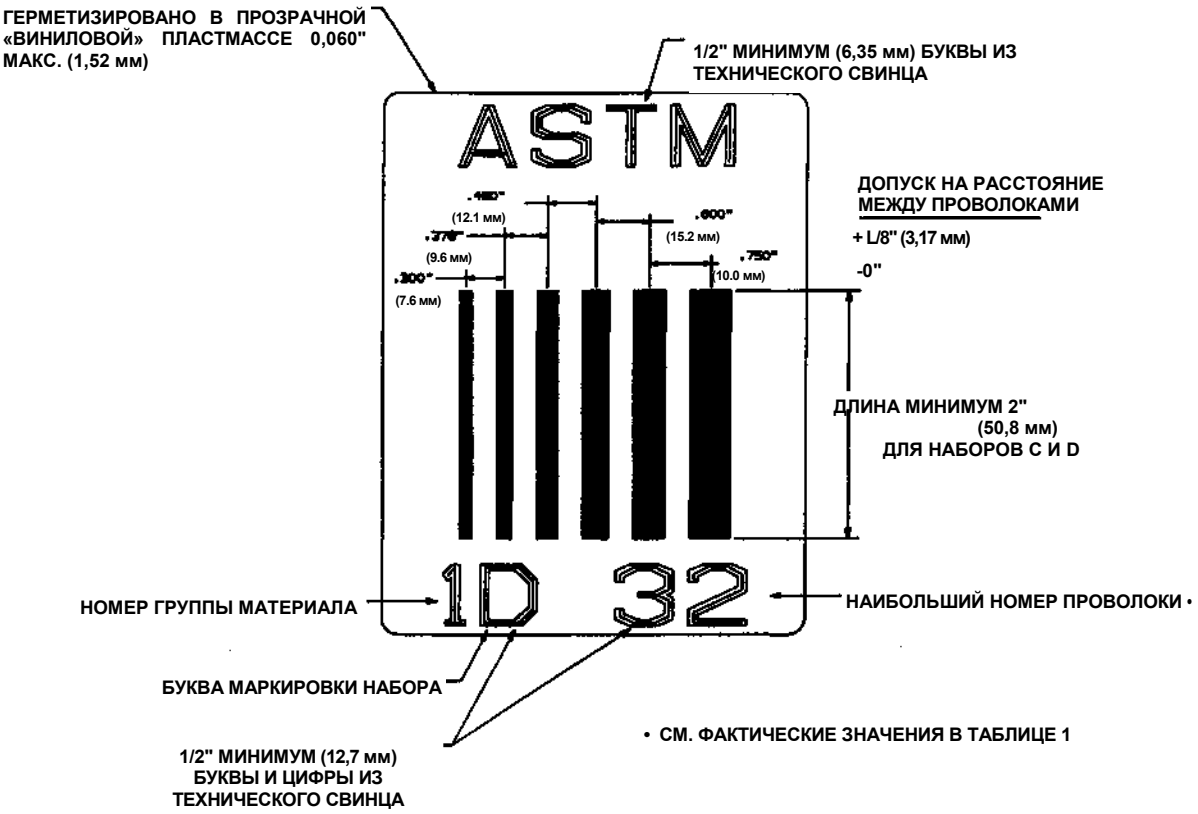
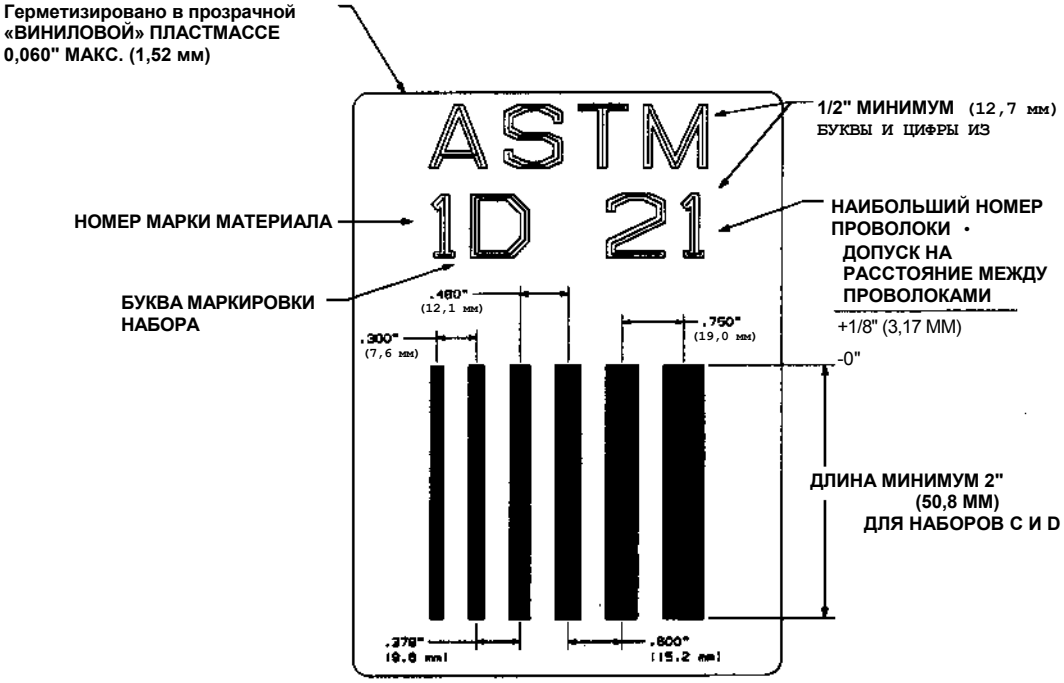
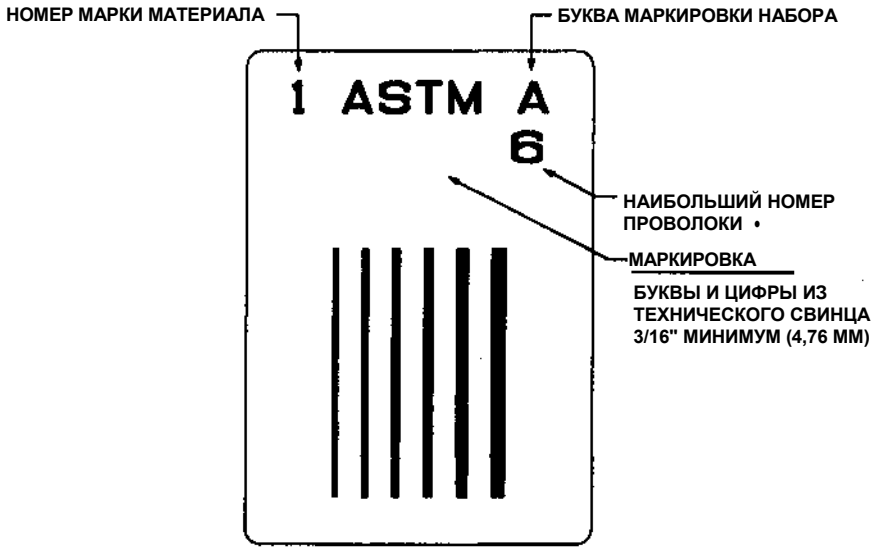


РИС. A1.8 НАБОР D/ВАРИАНТ 2



• СМ. ФАКТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ В ТАБЛИЦЕ 1

РИС. A1.9 ВАРИАНТ РАСПОЛОЖЕНИЯ МАРКИРОВКИ И РАЗМЕР БУКВ И ЦИФР ДЛЯ ВСЕХ ТИПОВЫХ НАБОРОВ (A, B, C, D)



• СМ. ТАБЛИЦУ 1

Примечание—Все остальные требования для эталонов чувствительности, показанные на рис. 1 - 8 или рис. A1.1 - A1.8, действительны.

ТАБЛИЦА A1.1 РАЗМЕРЫ ЭТАЛОНОВ, ДИАМЕТР ПРОВОЛОК, дюйм (мм)

НАБОР A	ASTM № проволоки	Вариант CEN Проволока № EN 462-1A	НАБОР B	ASTM № проволоки	Вариант CEN Проволока №EN 462-1[A]
0,0032 (0,08)	1	W17	0,010 (0,25)	6	W 12
0,004 (0,1)	2	W16	0,013 (0,33)	7	W 11
0,005 (0,13)	3	W15	0,016 (0,41)	8	W 10
0,0063 (0,16)	4	W 14	0,020 (0,51)	9	W9
0,008 (0,2)	5	W13	0,025 (0,64)	10	W8
0,010 (0,25)	6	W 12	0,032 (0,81)	11	W7
НАБОР C	**ASTM № проволоки**	**Вариант CEN Проволока № EN *462-1*[A]**	**НАБОР D**	**ASTM № проволоки**	**Вариант CEN Проволока № EN 462-1[A]**
0,032 (0,81)	11	W7	0,100 (2,5)	16	W2
0,040 (1,02)	12	W6	0,126 (3,2)	17	W 1
0,050 (1,27)	13	W5	0,160 (4,06)	18	. . .
0,063 (1,6)	14	W4	0,20 (5,1)	19	. . .
0,080 (2,03)	15	W3	0,25 (6,4)	20	. . .
0,100 (2,5)	16	W2	0,32 (0,81)	21	

[A] Согласно положениям п. 4.1.5 настоящего документа.

Приложение

(Необязательная информация)

X1. РАСЧЕТ ДРУГИХ РАВНОЦЕННЫХ ВАРИАНТОВ

X1.1 Формула для определения эквивалентности между проволочными и пластинчатыми эталонами чувствительности:

$$F^3 d^3 l = T^2 H^2 (\pi/4)$$

где:

F = коэффициент формы для проволоки, 0,79
d = диаметр проволоки, дюйм (мм),
l = приведенная длина проволоки, 0,3 дюйма (7,6 мм)
T = толщина пластинки, дюйм. (мм)
H = диаметр отверстия, дюйм. (мм)

X1.2 Следует заметить, что чувствительность проволочного и чувствительность пластинчатого эталона не могут быть связаны между собой посредством фиксированной константы.

X1.3 Рисунки X1.1 и X1.2 представляют собой графики перевода пластинчатых эталонов чувствительности с отверстиями 1T и 2T в проволочные. Чувствительность дана как процент от толщины образца.

РИС. X1.1 ГРАФИК ПЕРЕВОДА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОТВЕРСТИЙ ДИАМЕТРОМ 2-Т В ПРОЦЕНТНУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРОВОЛОКИ

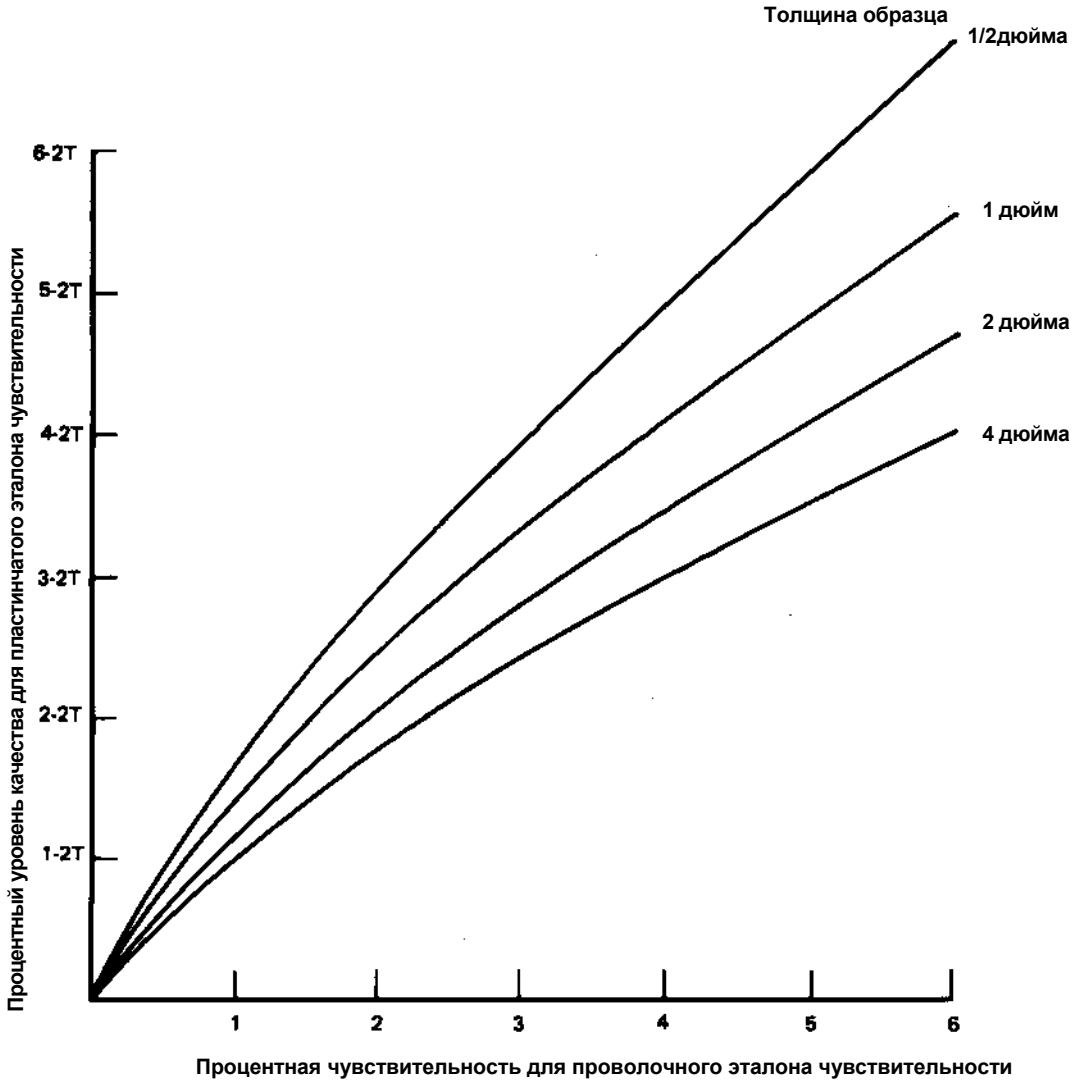
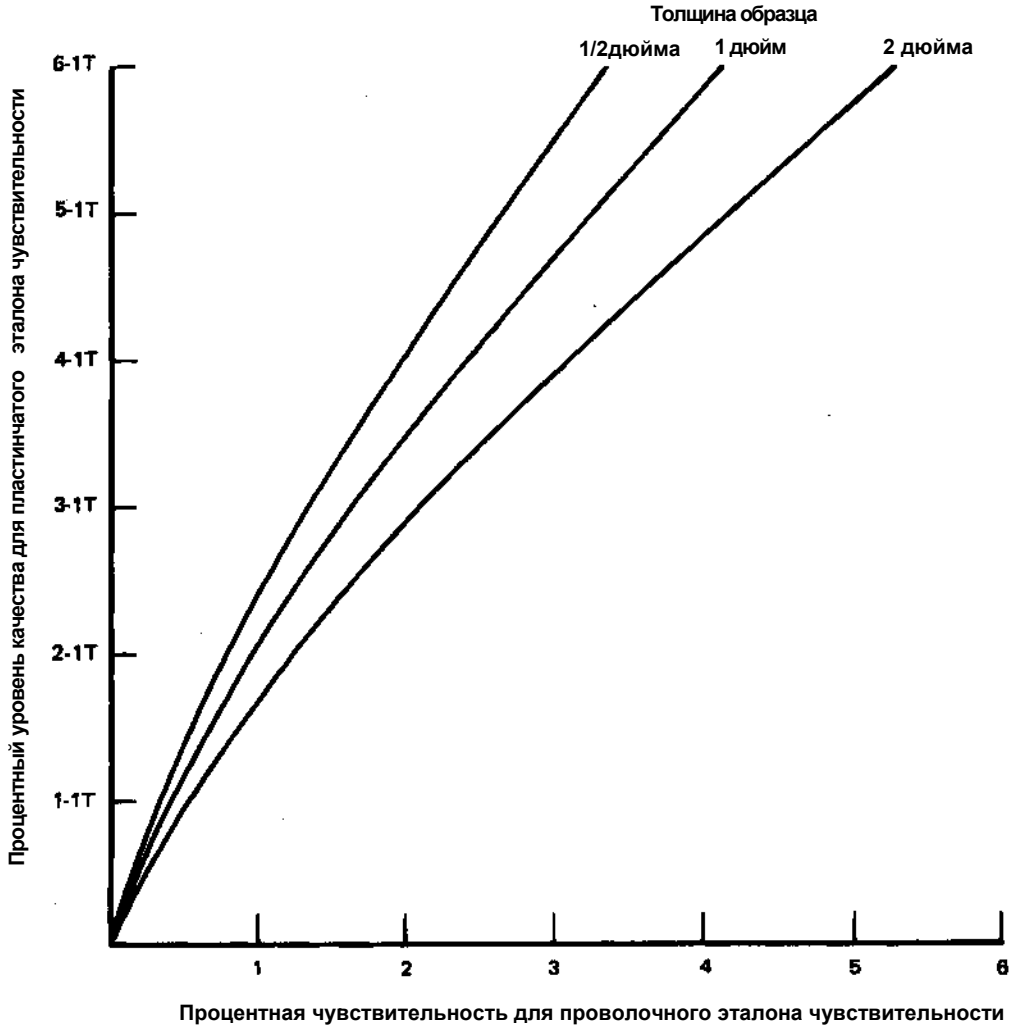


РИС. X1.2 ГРАФИК ПЕРЕВОДА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОТВЕРСТИЙ ДИАМЕТРОМ 1-Т В ПРОЦЕНТНУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРОВОЛОКИ



СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ

SE-999

(Аналогично ASTM Specification E 999-05.)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 В настоящем руководстве даны методические рекомендации, которые могут быть использованы для проверки и технического обслуживания оборудования и материалов для обработки промышленной рентгеновской пленки. Эффективное использование данных рекомендаций поможет контролировать последовательность и качество при обработке промышленной рентгеновской пленки.

1.2 Использование настоящего руководства ограничивается обработкой пленки для промышленной рентгенографии. В настоящее руководство включены методики для жидкостной химической и сухой обработки.

1.3 Необходимость применения специальных процедур контроля, представленных в настоящем руководстве, зависит, в определенной мере, от степени, в которой ежедневная эксплуатация оборудования осуществляется в соответствии с установившейся практикой.

1.4 Если организация, обеспечивающая проведение неразрушающего контроля, в соответствии с указанным в документе Practice E 543, используется для проведения такого контроля, то данная организация должно удовлетворять требованиям документа Practice E 543.

1.5 *В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности, если таковые имеются, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.*

2. ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ СПРАВКИ

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 94 Guide for Radiographic Testing (Руководство по радиографическому контролю)

E 543 Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing (Методика проведения неразрушающего контроля для соответствующих организаций)

E 1079 Practice for Calibration of Transmission Densitometers (Методика калибровки денситометров для измерения в проходящем свете)

E 1254 Guide for Storage of Radiographs and Unexposed Industrial Radiographic Films (Руководство по хранению радиографических снимков и неиспользованной радиографической пленки)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология по неразрушающему контролю)

2.2 *Стандарт ANSI:*

ANSI PH 4.8 Methylene Blue Method for Measuring Thiosulfate and Silver Densitometric Method for Measuring Residual Chemicals in Films, Plates, and Papers (Метод измерения тиосульфата с использованием метиленовой сини и денситометрический метод с использованием серебра для измерения остаточных химикатов и пленках, фотопластинках и фотобумаге)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определения* — Определения терминов, используемых в данном руководстве, представлены в документе Terminology E 1316.

4. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

4.1 Положения данного руководства предназначены только для контроля надежности или качества процесса проявки изображения. Приемлемость или качество промышленной радиографической пленки, обработанной указанным способом, а также материалов или изделий, проходящих радиографию, остается на усмотрение пользователя или инспектора, или их обоих. В дальнейшем планируется, чтобы данное руководство использовалось в качестве дополнения к документу Guide E94, но не заменяло его.

5. СМЕШИВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ РУЧНЫХ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

5.1 Любое оборудование, вступающее в контакт с рабочим раствором, должно быть изготовлено из стекла, эбонита, полиэтилена, полихлорвинила, эмалированной стали, нержавеющей стали или из других химически инертных материалов. Это ка-

сается такого оборудования, как водопроводно-канализационная сеть, смесительные лопастные колеса или корпус фильтрующего элемента. При контакте с рабочим раствором не разрешается использовать следующие материалы: олово, медь, сталь, латунь, алюминий или цинк. Данные материалы могут образовывать примеси в растворе, что может привести к потускнению радиографической пленки или быстрому окислению.

5.2 *Смешивание химических реагентов:*

5.2.1 Не смешивайте порошковые химические реагенты в обрабатывающем баке, т.к. нерастворенные частички могут накапливаться в углах квадратного бака. Перемешивайте растворы в отдельных контейнерах, изготовленных из материалов, указанных в пункте 5.1.

5.2.2 Строго выполняйте указания производителя, касающиеся упаковки, либо строго придерживайтесь формул по смешиванию химических веществ. Начинайте процесс при наличии необходимого объема воды соответствующей температуры, согласно инструкции. Добавляйте химические реагенты в указанном порядке.

ВНИМАНИЕ: При перемешивании и использовании фотографических химикатов для обработки, убедитесь в соблюдении всех мер предосторожности, указанных на контейнерах для химикатов и в инструкциях.

5.3 *Загрязнение растворов:*

5.3.1 Тщательно очистите все смешивающее оборудование непосредственно после использования во избежание появления загрязнений при приготовлении следующего раствора. В том случае, когда используется порошковый фиксатор, убедитесь, что порошок аккуратно ссыпается в воду смесительного бака, и, при этом, пыль от порошкового фиксатора не попадает в другие обрабатывающие растворы. При смешивании любых химических веществ, обеспечьте защиту рядом стоящих баков плавающими крышками и пылезащитными чехлами. В качестве меры предосторожности рекомендовано использование вытяжного колпака.

5.3.2 Следует использовать либо дистиллированную, либо фильтрованную воду, важно, чтобы она была чистая и без осадка.

5.3.3 Если для смешивания используются баки большого размера, то следует точно помечать уровни объема, для гарантии правильности объемов.

5.3.4 Использование миксеров лопастного типа обеспечивает быстрое и тщательное смешивание. При позиционировании колеса особое внимание следует уделять выбору угла и глубины для минимизации количества воздуха, который может быть втянут в раствор. Следует избегать чрезмерного перемешивания растворов, которое может привести к окислению, особенно при использовании проявителей. Промойте водой вал, крыльчатку и крепежный зажим после использования.

5.4 *Техническое обслуживание оборудования:*

5.4.1 Незамедлительно очищайте все смешивающее оборудование после использования.

5.4.2 Кроме незамедлительной очистки используемого оборудования промойте любые смешивающие приборы, которые простаивали в течение длительного периода времени, чтобы избавиться от пыли и грязи, которая могла накопиться.

5.4.3 Подвесные кронштейны и баки для обработки должны быть без признаков коррозии и химических отложений. Затвердевшие отложения, которые накапливаются в виде налета в цистернах, поддонах и на рабочем оборудовании, и которые трудно удаляются при обычной чистке, могут быть удалены при помощи специально изготовленных чистящих средств, рекомендованных изготовителями химических реагентов или оборудования.

6. ХРАНЕНИЕ РАСТВОРОВ

6.1 *В контейнерах изготовителя* — Выполняйте рекомендации изготовителя касательно хранения и объема использования, которые поставляются в комплекте с химическими реагентами. Не используйте химические реагенты, хранившиеся дольше указанного срока.

6.2 *В подпитывающем или обрабатывающем баке* — При любой возможности защищайте растворы в баках с помощью плавающих крышек и пылезащитных чехлов. Кроме защиты от загрязняющих примесей, попадающих при вливании растворов, плавающие крышки и пылезащитные чехлы помогают минимизировать окисление и испарение с поверхности растворов. При испарении повышается концентрация растворов, температура при этом понижается, это может привести к тому, что некоторые компоненты раствора выпадут в осадок.

6.2.1 Храните подпитывающие растворы для работ малого объема в герметичных контейнерах. Крышки таких контейнеров должны быть без признаков коррозии или инородных фракций, которые могут нарушить плотную посадку крышки.

6.3 *Температура* — Храните все растворы при нормальной комнатной температуре от 40 до 80°F (от 4 до 27°C). Хранение растворов, особенно проявителя, при повышенных температурах может привести к увеличению скорости окисления, что вызовет потерю активности и тенденцию к выцветанию пленки. Хранение при слишком низкой температуре, особенно растворов закрепителя, может привести к кристаллизации некоторых растворов, а кристаллы могут не раствориться повторно даже при нагревании и помешивании.

6.4 *Ухудшение качества* — Качество химических реагентов для обработки рентгеновской пленки может ухудшиться либо ввиду срока хранения, либо при использовании. Следует строго соблюдать рекомендации изготовителя, касающиеся сроков хранения и необходимого объема. Отбраковывайте обрабатывающие растворы после того, как было обработано рекомендованное количество пленок или срок хранения подготовленного раствора подошел к концу, в зависимости от того, что случилось раньше.

6.5 *Загрязнение:*

6.5.1 Жидкие химические реагенты поставляются в контейнерах с плотно закрывающимися крышками. Чтобы избежать появления загрязнений, никогда не перемещайте крышки с одного контейнера на другой. По этой причине у изготовителей химических реагентов для обработки рентгеновской пленки сложилась общая практика помечать определенными цветами крышки контейнеров, т.е. красный цвет для проявителя, а синий – для закрепителя.

6.5.2 Точно указывайте на баке для хранения подпитывающего раствора какой раствор в нем содержится, и используйте такой контейнер только для этого раствора. Если используется несколько рецептур для проявителя или закрепителя, то для каждого химического реагента должен специально предоставляться отдельный бак для хранения подпитывающего раствора. Ввиду различия в рецептурах проявителя или закрепителя у разных изготовителей, сходные растворы могут загрязняться.

7. ОБРАБОТКА

7.1 *Обработка в ручную*:

7.1.1 Соблюдайте температурный режим, предписанный изготовителем пленок или растворов, и проверяйте показания термометров. Периодически проверяйте показания термометров и устройств терморегуляции для гарантии того, что поддерживается надлежащая температура обработки. Температура обработки должна проверяться минимум один раз за смену. Поддерживайте температуру останавливающего раствора (если используется), закрепителя и промывочной воды в пределах ±5°F (±3°C) от температуры проявителя.

ВНИМАНИЕ: При обработке рентгеновской пленки нельзя пользоваться незащищенными ртутными термометрами, т.к. если такой термометр случайно разобьется, то это может привести к серьезному загрязнению ртутью.

7.1.2 Контроль зависимости температуры обрабатывающего раствора и времени погружения, это вопросы, относящиеся к измерительным приборам, рассматриваемые при определении процедуры обработки, при которой надлежащим образом будут получены радиографические снимки необходимой плотности и качества. Установленная зависимость действительного времени и температуры в значительной мере зависит от промышленных рентгеновских пленок и используемых химических реагентов. Эта зависимость должна быть в пределах, установленных изготовителем для данных материалов. При определении времени погружения для каждого раствора убедитесь, что учтено время на стекание раствора. Время на стекание должно устанавливаться в зависимости от раствора. Точность таймеров темной фотолаборатории должна периодически проверяться.

7.1.3 Перемешивайте раствор через определенные интервалы времени, указанные изготовителем пленки или раствора.

7.1.4 В процессе обработки пленки некоторые компоненты, входящие в состав раствора, претерпевают химические превращения, что делает их в непригодными к дальнейшему использованию для обработки. Кроме того, некоторая часть раствора прилипает к пленке и, таким образом, в процессе обработки переносится в следующий раствор. Для того чтобы скомпенсировать такое снижение активности раствора и уменьшение объема, добавьте подпитывающий раствор. Объем необходимого подпитывающего раствора в первую очередь зависит от количества, размера и плотности обрабатываемых пленок. Рекомендации изготовителя, касающиеся подпитывающего раствора, основаны на этих критериях, и следование им обеспечивает, как правило, достижение ожидаемого срока службы раствора. В любом случае, поддерживайте высоту уровней раствора в цистерне для обеспечения полного погружения пленки.

7.1.5 Функциональные компоненты свежеприготовленного раствора проявителя дают слишком сильную реакцию на первоначально обрабатываемой пленке, и при проявке пленки могут получиться пробелы в изображении. По этой причине следует принимать меры по стабилизации активности раствора и соответственно *состаривать* проявитель. Этого можно достичь путем использования специального начального раствора проявителя или путем обработки серии *состаривающих пленок* (См. Примечание 1) в свежеприготовленном растворе. При использовании специального начального раствора проявителя соблюдайте рекомендации изготовителя продукта. При использовании состаривающих пленок подвергните пленки воздействию видимого света и затем проявите пленки в растворе, который должен быть состарен. Используйте по три пленки размером 14 на 17-дюймов (35 на 43-см) или равноценные им на галлон (3,8 л) проявителя.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Состаривающие пленки могут быть новыми пленками или пленками, которые, в большинстве случаев, не подходят для обработки вследствие чрезмерно большой плотности вуали (основание плюс вуаль), истечения срока хранения или других причин.

7.1.6 Осторожно обращайтесь со всеми пленками в течение процесса обработки и предоставьте соответствующее количество времени для того, чтобы с пленки надлежащим образом стек обрабатывающий раствор перед погружением ее в следующий раствор. Также может возникнуть необходимость в промывании останавливающим раствором или чистой водой между проявкой и закреплением. Промывка в останавливающем растворе или чистой воде служит для того, чтобы остановить процесс проявки, а также минимизировать количество проявителя, перенесенного в раствор закрепителя. Недостаточное время стекания после пребывания в каждом последующем растворе может послужить причиной накопления на пленке избыточного количества раствора, который может загрязнять и уменьшать срок службы растворов в дополнение к появлению нежелательных эффектов на обработанных рентгеновских изображениях.

7.1.7 При промывке пленок может возникнуть необходимость в использовании смачивающего агента для того, чтобы избежать появления пятен и полосок в течение сушки.

ВНИМАНИЕ: Перед тем как поместить пленку в сушильную камеру убедитесь, что сушильная камера чистая и в ней обеспечивается необходимый нагрев и вентиляция. В течение сушки визуально проверяйте пленки для определения продолжительности времени, необходимого для надлежащей просушки.

7.2 *Автоматическая обработка:*

7.2.1 Зависимость времени погружения и температуры раствора можно контролировать более тщательно при автоматической обработке, т.к. оборудование имеет внешние контрольно-измерительные устройства для проведения мониторинга. В качестве основных инструкций используйте рекомендации изготовителя, касающиеся промышленных обрабатывающих материалов. Однако в действительности процедура обработки должна базироваться на различных факторах, с которыми сталкивается пользователь, и зависеть от его особых требований. Проверяйте растворы ежедневно или с периодичностью, установленной на практике, для того, чтобы убедиться, что температура находится в пределах, установленных изготовителем. В течение стандартного периода технического обслуживания проверяйте термометр обрабатывающей установки с помощью дополнительного термометра для подтверждения того, что температура обработки находится в пределах, указанных в технических условиях изготовителя.

7.2.2 В течение стандартного периода технического обслуживания скорость перемещения должна контролироваться путем измерения времени, которое требуется для данной длины пленки, чтобы переместиться в указанную точку. (Например, если указанная скорость механизма равна 2 фут/мин, сделайте две отметки на пленке на расстоянии друг от друга в 1 фут. Вторая отметка должна пройти особое место, такое как вход в обрабатывающее устройство, ровно через 30 сек. после того, как первая отметка пройдет ту же самую точку). Дополнительным методом измерения скорости обрабатывающего устройства является установка тахометра на главный приводной двигатель и определение требуемой зависимости оборотов в минуту от скорости обработки.

7.2.3 Перемешивание осуществляется посредством роликов обрабатывающего устройства, рециркуляционных насосов, потока промывающей воды. При этом нет необходимости во внешнем перемешивании.

7.2.4 Для обрабатывающих устройств с системой подпитки устанавливайте интенсивность подпитки, рекомендованную изготовителем пленки или раствора.

7.2.4.1 Правильная подпитка намного продлевает срок службы растворов путем замены ингредиентов, которые были исчерпаны, и поддерживает процесс на постоянном, эффективном уровне.

7.2.4.2 Интенсивность подпитывающего раствора должна проверяться в течение стандартного периода технического обслуживания для гарантии того, что в растворы вводятся правильные объемы подпитки. Для оборудования, обрабатывающего очень большое количество пленок (использование более двух баков подпитывающего раствора в неделю), контроль интенсивности подпитки должен выполняться чаще. В рекомендациях изготовителя для обрабатывающего устройства, как правило, представлена соответствующая процедура для контроля объема подпитки.

7.2.5 Процедура выработки свежеприготовленного раствора проявителя описана в пункте 7.1.5.

7.2.6 Всегда наполняйте первым бак для закрепителя, следуя инструкциям производителя, затем промойте и заполните бак для проявителя. Такая последовательность минимизирует возможность случайного выплескивания закрепителя в раствор проявителя. При смене или извлечении рамы обрабатывающего устройства всегда используйте ограждение от разбрызгивания в качестве дополнительной защиты от загрязнений.

7.2.7 *Сушка:*

7.2.7.1 Убедитесь, что сушильная камера очищена, и на роликах нет осевших инородных материалов. Регулярно проверяйте систему вентиляции, чтобы удостовериться в том, что воздуховоды свободны, а пленка равномерно сохнет. Существует два типа систем сушильных камер, используемых для автоматического процесса обработки промышленных рентгеновских пленок:

(1) Конвекционные сушильные камеры представляют собой систему циркулирующего воздуха с терморегуляторами. Стандартный диапазон температур в сушильной камере составляет от 80 до 120°F при относительной влажности приблизительно от 40 до 75%. При относительной влажности более 75% может потребоваться более высокая температура.

(2) Принцип работы сушильных камер с инфракрасным излучением основан преимущественно на поглощении, а не на температурах. Относительная влажность не оказывает неблагоприятного эффекта на сушку инфракрасным излучением. Энергетические уровни инфракрасного излучения предварительно установлены изготовителем и предусматривают диапазон настроек сушильной камеры.

7.2.7.2 Эффективность работы сушильной камеры можно протестировать путем последовательной обработки шести промышленных пленок размером 14 на 17-дюйм. (35 на 43-см) или равноценных им, и исследованием их сразу после завершения цикла сушки. Если обнаружены сырые или непросушенные участки, отрегулируйте настройки в сторону увеличения. Но, кроме увеличения температуры в конвекционной сушильной камере или увеличения энергии в сушильной камере с инфракрасным излучением, следует изучить нижеизложенные условия:

(1) Слишком теплая промывочная вода может вызвать чрезмерное эмульсионное разбухание. Это может отрицательно воздействовать на процесс сушки пленки в конвекционных сушильных камерах.

(2) Если поступающий в сушильную камеру воздух либо слишком влажный, либо слишком холодный, это может отрицательно повлиять на процесс сушки пленки в конвекционных сушильных камерах.

(3) Проверьте, работают ли термостаты или инфракрасные излучатели, или и те и другие, в сушильных камерах с инфракрасным излучением.

(4) Активность раствора закрепителя может не соответствовать рекомендациям изготовителя, в этом случае она должна быть протестирована в соответствии с пунктом 8.6.

7.3 *Сухая обработка:*

7.3.1 Следуйте рекомендациям изготовителя касательно требований прогрева термообрабатывающего устройства.

7.3.2 Следуйте рекомендациям изготовителя, касающимся изменений температуры по времени.

8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ РАСТВОРОВ ДЛЯ РУЧНОЙ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

8.1 Для того, чтобы установить надежную процедуру определения активности обрабатывающих растворов, будет необходимо предоставить минимальное количество оборудования и обеспечить надлежащий выбор и хранение контрольных пленок.

8.2 *Сенситометрические пробные страницы:*

8.2.1 Металлический ступенчатый оптический клин (сенситограмма) или другой подходящий объект (ы) из однородного материала переменной толщины из алюминия или стали может использоваться для облучения рентгеновскими или гамма-лучами для того, чтобы создать сенситометрическую контрольную полосу.

8.2.2 Электронные сенситометры и предварительно экспонированные сенситометрические контрольные полосы также имеются в продаже. Пользователь электронных сенситометров (на пленку воздействует белый свет) должен знать, что если для данных приборов используется соответствующая промышленная пленка, чувствительная к белому свету, то он получит более сильную ответную реакцию пленки. Следовательно, контроль параметров проявки должен осуществляться на более высоком уровне и проводится чаще.

8.3 *Контрольные радиографические пленки* — Радиографические пленки изготавливаются партиями, характеристики могут отличаться от партии к партии. Такие изменения от эмульсии к эмульсии могут обнаруживаться, но они могут быть приняты за изменения в системе радиографической обработки.

8.3.1 Контрольные пленки должны храниться надлежащим образом для того, чтобы обеспечит единство характеристик пленки, как на первом, так и на последнем используемом листе. Смотри Guide E 1254.

8.3.2 Контрольная пленка должна быть той же торговой марки и типа, что и пленка, преимущественно используемая в системе обрабатывающего оборудования.

8.3.3 Первая сенситометрическая пленка, прошедшая обработку в свежеприготовленных и состаренных химических растворах (см. 7.1.5), становится эталоном или образцом для коробки с контрольными пленками.

8.3.4 Последующие контрольные пленки затем выпускаются по мере необходимости и сравниваются с пленкой-образцом для определения сенситометрических изменений внутри обрабатывающего устройства.

В основном, чем больше объем обработанных пленок, тем чаще следует выполнять проверку обеспечения качества.

8.3.5 Если контрольная пленка демонстрирует необычно высокую или низкую плотность, выходящую за пределы допусков, то условия обработки и сенситометрического экспонирования должны, при необходимости, быть заново проверены и повторены. Если результаты все еще выходят за пределы допусков, то причина этого должна быть найдена и устранена. Обычно, необходимо немного откорректировать интенсивность подпитки, пока не будет установлен баланс активности обрабатывающего устройства сенситометрической пленки.

8.3.6 Всякий раз, когда для новой контрольной пленки требуется произвести смену одной эмульсии на другую, следует взять две пленки (одну из новой коробки, а другую из старой) и обеспечить воздействие излучения на них совместно с последующей обработкой для подгонки к стандартным сенситометрическим изменениям при производстве пленки.

8.4 *Денситометр:*

8.4.1 Следует использовать денситометр для измерения в проходящем свете с разрешающей способностью от 0,0 до 4,0, с диаметром перфорационного отверстия (апертурой) приблизительно от 1,0 до 3,0 мм. Калибровка денситометра должна осуществляться в соответствии с документом Practice E 1079.

8.5 *Проявитель:*

8.5.1 Активность проявителя должна проверяться путем обработки предварительно экспонированной сенситометрической полосы, рентгеновского снимка ступенчатого клина или образца пленки для проведения четырех замеров оптической плотности. Один замер плотности производится в зоне основание+вуаль (зона пленки, не подверженная облучению), и три замера в диапазоне между 1,5 и 4,0 на трех характерных рассматриваемых участках (высокая, средняя и низкая плотность). Данные четыре зоны также известны под названием плотности контрольной пленки.

8.5.2 Плотности пленок, контролируемые на рассматриваемых участках, должны быть в пределах ±10% от первоначальной контролируемой плотности пленки. Вариации внутри данного диапазона обычно считаются нормальными и не оказывающими отрицательного влияния на качество снимка.

8.6 *Закрепитель:*

8.6.1 Активность раствора закрепителя может быть определена путем измерения времени очистки. После того, как температура раствора закрепителя достигнет рабочего значения, опустите необработанную рентгеновскую пленку в раствор закрепителя и замерьте время, требуемое для удаления кристаллов галоидного серебра, это и называется временем очистки. Процесс удаления кристаллов галоидного серебра с рентгеновской пленки можно наблюдать визуально, это происходит, когда рентгеновская пленка с зеркальной поверхностью становится в фиксаторе абсолютно прозрачной. Время очистки должно быть на 25% меньше времени погружения пленки в раствор фиксатора. При обработке вручную пленку следует периодически помешивать.

8.6.2 Если при объективном обследовании будут выявлены пятна и зоны, на которые не подействовал закрепитель, то следует забраковать закрепитель. Такие зоны могут появляться в виде тусклых, неотражающих участков, цвет которых может быть желтоватым, в зависимости от фактического недостатка активности раствора закрепителя.

8.7 *Промывка:*

8.7.1 Необходимо надлежащим образом осуществлять промывку для удаления остаточного фиксатора с поверхности пленки. Если данные химические вещества останутся на пленке, то это может привести к ухудшению качества (образованию пятен) и последующему разрушению радиографического изображения, особенно в зонах с низкой плотностью.

8.7.2 Эффективность промывки можно проверить путем проведения тестирования на *остаточные тиосульфаты,* см. документ Guide E 94 или ANSI PH4.8.

8.7.3 Если при объективном обследовании пленки после промывки обнаружена грязь или пена, которых не было до промывки, то следует осушить и очистить промывочный бак. Осушайте промывочные баки, даже если они не использовались. Для минимизации появления артефактов при промывке, рекомендуется, чтобы перед началом удаления пены и инородных материалов обрабатывались *поглотительные пленки*, также рекомендуется использовать альгициды для торможения роста микроорганизмов внутри промывочной ванны.

8.7.4 Для новых устройств промывки холодноводного типа не требуется контрольный клапан для регулировки температуры воды. Однако для многих более старых устройств требуется, чтобы температура поступающей воды устанавливалась в пределах, допустимых для температуры проявителя. Выход за эти пределы может быть причиной того, что в обрабатывающем устройстве не будет осуществляться надлежащий контроль температуры проявителя, что может привести к варьированию оптической плотности.

9. ОТЧЕТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

9.1 Следующие пункты должны тщательно регистрироваться в отчетной документации:

9.1.1 Торговая марка и модель обрабатывающего устройства, при использовании такового.

9.1.2 Торговая марка и номер серии используемых химических реагентов.

9.1.3 Время проявки.

9.1.4 Температура обрабатывающих химических реагентов.

9.1.5 Дата начала использования новых химических реагентов.

9.1.6 Интенсивность подпитки.

10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

10.1 Следует придерживаться графиков проведения профилактического технического обслуживания, предоставленных изготовителем, для обеспечения надлежащей химической и механической обработки, предлагаемой изготовителем.

11. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

11.1 автоматическая обработка; пленка; ручная обработка; обработка; рентгеновский снимок; растворы

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА И КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ СТАНДАРТНЫХ ЭТАЛОНОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

SE-1025

(Аналогично документу ASTM Specification E 1025-05.)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данная технология включает в себя проектирование, классификацию материалов по группам и производство пластинчатых стандартных эталонов чувствительности, используемых для определения качества радиологического изображения.

1.2 Данная технология применима для радиографии рентгеновскими и гамма-лучами.

1.3 Значения, указанные в единицах дюймы-фунты, считаются стандартными.

1.4 *В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности, если таковые имеются, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.*

2. ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ СПРАВКИ

2.1 Стандарты ASTM:

B 139 Specification for Phosphor Bronze Rod, Bar, and Shapes (Технические условия для прутков, стержней и профилей из фосфористой бронзы)

B 150 Specification for Aluminum Bronze Rod, Bar, and Shapes (Технические условия для прутков, стержней и профилей из алюминиевой бронзы)

B 161 Specification for Nickel Seamless Pipe and Tube (Технические условия для никелевых бесшовных толстостенных и тонкостенных труб)

B 164 Specification for Nickel-Copper Alloy Rod, Bar, and Wire (Технические условия для прутков, стержней и профилей из никелемедного сплава)

B 166 Specification for Nickel-Chromium-Iron Alloys (UNS N06600, N06601, and N06690) and Nickel-Chromium-Cobalt-Molybdenum Alloy (UNS N06617) Rod, Bar, and Wire (Технические условия для прутков, полос и профилей из железохромоникелевых сплавов (UNS N06600, N06601 и N06690) и хромоникелекобальтомолибденовых сплавов (UNS N06617)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология для неразрушающего контроля)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определения* — Определения терминов в документе Terminology E 1316, Section D (Терминология E 1316, раздел D), касающиеся радиографии рентгеновскими и гамма-лучами, должны применяться для терминов, используемых в данном документе.

4. ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ ЭТАЛОНОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ()

4.1 Стандартные эталоны чувствительности, используемые для определения уровней качества радиологического изображения, должны удовлетворять следующим требованиям.

4.1.1 *Стандартные пластинчатые эталоны чувствительности:*

4.1.1.1 Стандартные эталоны чувствительности должны изготавливаться из материалов или сплавов, соответствующих условиям пункта 7.3 или перечисленных в нем. Другие материалы могут использоваться в соответствии с пунктом 7.4.

4.1.1.2 Размеры стандартных эталонов чувствительности должны удовлетворять требованиям, представленным на Рис.1

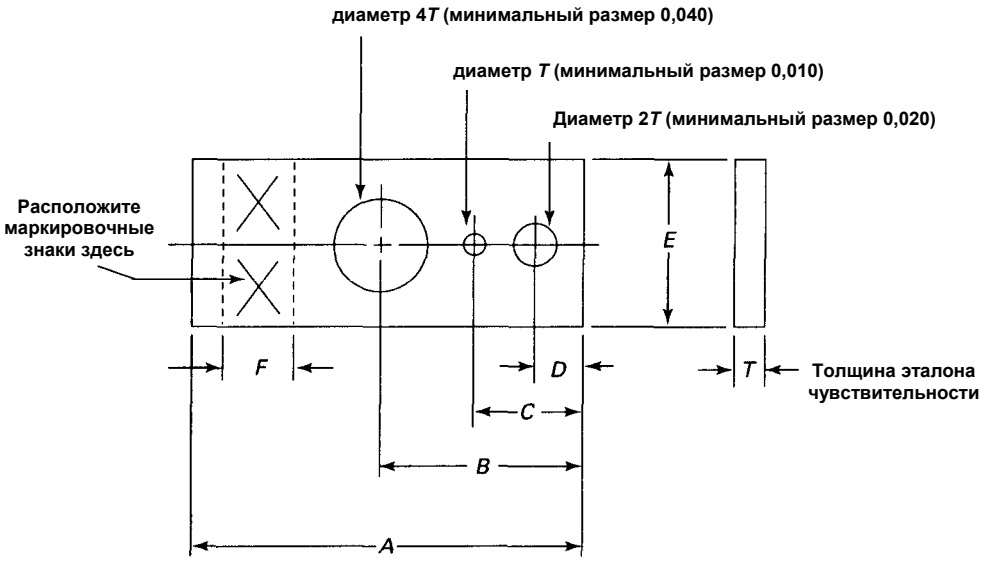
4.1.1.3 И прямоугольный, и круглый эталон чувствительности должен быть промаркирован с помощью номера, выполненного из свинца или из материала с похожей радиационной проницаемостью. Номер должен быть прикреплен к прямоугольному эталону чувствительности и расположен рядом с круглым эталоном чувствительности для обеспечения маркировки эталона на изображении. Маркировка должна указывать толщину эталона чувствительности в тысячных дюйма, то есть число 10 IQI означает толщину в 0,010 дюйма, а число 100 IQI - толщину в 0,100 дюйма и т.д. Дополнительные требования к маркировке представлены в пункте 7.2.

4.1.1.4 Маркировка группы сплава наносится в соответствии с Рис.2. На прямоугольных эталонах чувствительности выполняются V-образные надрезы. Маркировка на стандартные эталоны качества наносится виброинструментом или химическим травлением, в соответствии с техническими условиями.

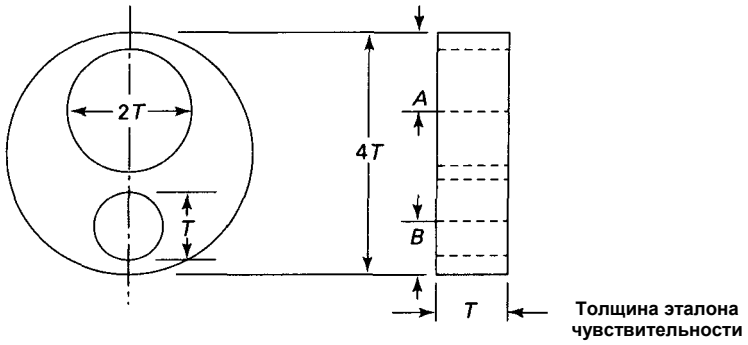
4.1.2 *Модифицированные пластинчатые эталоны чувствительности:*

4.1.2.1 У прямоугольного эталона чувствительности могут быть изменены длина и ширина, если этого требуют особые условия, в том случае, если размер(ы) отверстия и толщина эталона удовлетворяют требованиям Рис.1.

РИС. 1 КОНСТРУКЦИЯ ЭТАЛОНА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ



(a) Конструкция эталона чувствительности до 160 (включая)

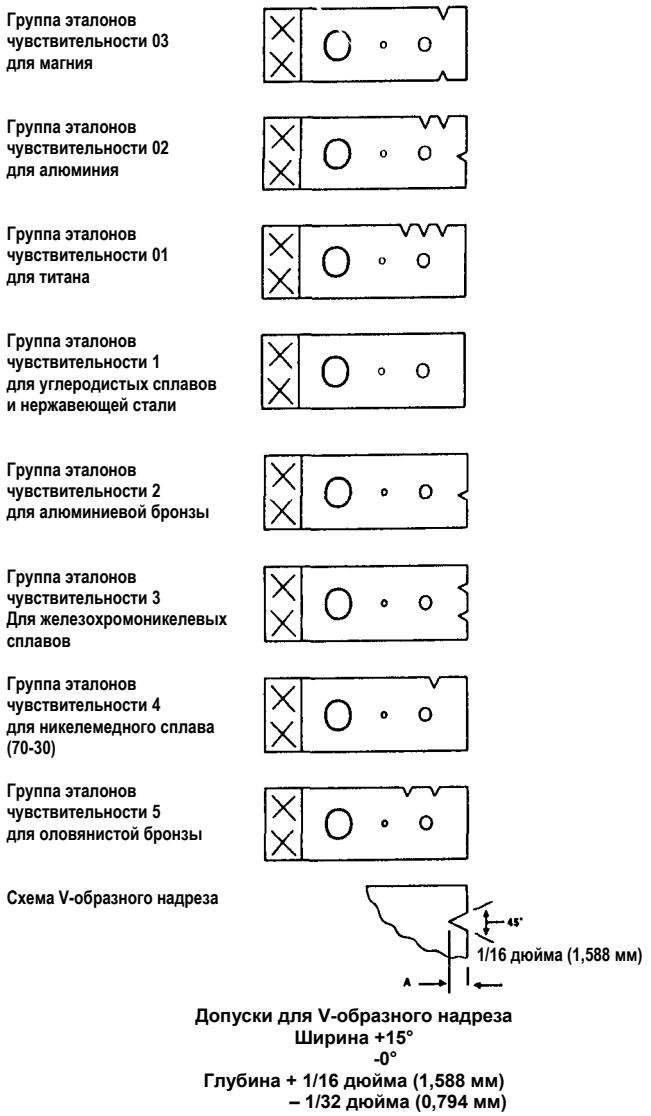


(b) Конструкция эталона чувствительности свыше 160

Примечание 1 — Все размеры в дюймах (Примечание 6).
Примечание 2 —Допуски на толщину эталона и диаметр отверстия.
Примечание 3 — XX идентификационный номер равен *T* в 0,001 дюйма.
Примечание 4 — Для эталонов чувствительности с номерами с 1 по 9 соотношения 1*T*, 2*T* и 4*T* не выполняются.
Примечание 5 — Отверстия должны быть точными и стандартными. Не снимать фаску.
Примечание 6 —Для перевода дюймов в метрические единицы умножить на 25,4.

Идентификационный номер *T* (Примечание 3)	*A*	*B*	C	*D*	*E*	*F*	Допуск (Примечание 2)
1-4	1,500 ± 0,015	0,750 ± 0,015	0,438 ± 0,015	0,250 ± 0,015	0,500 ±0,015	0,250 ± 0,030	± 10%
5-20	1,500 ± 0,015	0,750 ± 0,015	0,438 ± 0,015	0,250 ± 0,015	0,500 ±0,015	0,250 ± 0,030	± 0,0005
21-50							± 0,0025
от 50 до160	2,250 ± 0,030	1,375 ± 0,030	0,750 ± 0,030	0,375 ± 0,030	1,000 ± 0,030	0,375 ± 0,030	± 0,005
свыше 160	1,330T ± 0,005	0,830T ± 0,005					± 0,010

РИС. 2 МАРКИРОВКА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ ПРИ ПОМОЩИ V-ОБРАЗНЫХ НАДРЕЗОВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ПО ГРУППАМ



4.1.2.2 Стандартные эталоны чувствительности должны быть промаркированы в соответствии с пунктом 4.1.1.3, за исключением тех случаев, когда идентификационные номера могут быть расположены рядом с эталоном чувствительности, если расположение на эталоне невозможно.

4.1.2.3 При использовании модифицированных эталонов чувствительности, должен быть составлен перечень изменений, который прилагается к результатам исследования.

5. ЗАКУПКА СТАНДАРТНОГО ЭТАЛОНА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

5.1 При выборе стандартных эталонов чувствительности для последующего приобретения, следует учитывать следующие факторы:

ТАБЛИЦА 1
ТИПОВЫЕ УРОВНИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Уровни качества изображения	Толщина эталона чувствительности	Минимальный различимый диаметр отверстия	Эквивалентная чувствительность эталона, %[B]
Стандартные уровни качества изображения			
2-1 *T*	$^{1}/_{50}$ (2%) от толщины образца	1 *T*	1,4
2-2 *T*[A]		2 *T*	2,0
2-4 *T*		4 *T*	2,8
Особые уровни качества изображения			
1-1 *T*	$^{1}/_{100}$ (1%) от толщины образца	1 *T*	0,7
1-2 *T*		2 *T*	1
4-2 *T*	$^{1}/_{25}$ (4%) от толщины образца	2 *T*	4

[A] *Для уровня 2-2 T радиологических исследований* – Отверстие диаметром 2 *T* в эталоне чувствительности, $^{1}/_{50}$ (2%) от толщины образца, видно невооруженным глазом.
[B] Эквивалентная чувствительность эталона – это такая толщина пластинчатого эталона, выраженная в процентах от толщины детали, при которой отверстие *2T* было бы видно при тех же радиографических условиях.

5.1.1 Определите группу (ы) сплава материала, подлежащую контролю.

5.1.2 Определите толщину или диапазон толщин материала(ов), подлежащих контролю.

5.1.3 Выберите подходящие эталоны чувствительности, исходя из требуемой толщины(н) и сплава(вов).

Примечание 1 — В данной технологии не представлены рекомендации и предложения по приобретению специальных наборов эталонов чувствительности. Целью раздела является выбор эталонов чувствительности на основании специфических требований.

6. УРОВНИ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

6.1 Уровни качества изображения обозначаются выражением *X- YT*, состоящим из двух частей. Первая часть выражения *X* имеет отношение к толщине эталона чувствительности, выраженной в процентах от толщины образца. Вторая часть выражения *YT* имеет отношение к диаметру отверстия и выражена числом, кратным толщине эталона чувствительности, *T*. Уровень качества изображения *2-2T* означает, что толщина эталона чувствительности *T* равняется 2% от толщины образца, а диаметр отображаемого отверстия эталона чувствительности равняется двум, умноженным на толщину эталона чувствительности (2 x *T*).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 —Для стандартных эталонов чувствительности с номером меньше, чем 10, диаметры отверстий равны 0,010, 0,020, и 0,040 дюйма не зависят от толщины эталона чувствительности. Поэтому, для эталонов чувствительности с номером меньше 10 в Таблице 1 не представлены уровни качества. Пункт 6.1 также для эталонов чувствительности с номером больше 10. Эквивалентная чувствительность может быть рассчитана, исходя из данных, представленных в Приложении X1.

6.2 Типовые обозначения уровней качества показаны в Таблице 1. Уровень назначенного контроля должен основываться на требованиях по эксплуатации изделия. Следует проявить особое внимание при определении уровней качества изображения 2-1*T*, 1-1*T,* и 1-2*T* при первом исследовании для того, чтобы данные уровни могли поддерживаться при производстве.

6.3 При определении уровней качества изображения в контракте, заказе на поставку, спецификации на изделие или в чертеже должно быть сформулировано соответствующее выражение, состоящее из двух частей и точно указана толщина металла, к которому относится уровень. Вместо предусмотренного выражения, состоящего из двух частей, должны быть указаны номер эталона чувствительности и размер минимально различимого отверстия.

6.4 В Приложении X1 данного документа представлены методы для определения эквивалентной чувствительности эталона в процентах. При определенных условиях (оговоренных в соглашении, составленном покупателем и поставщиком) эквивалентная чувствительность эталона может быть использована для установления взаимосвязи различимого размера отверстия, зависящего от толщины эталона чувствительности, с толщиной сечения, подверженного радиографическому исследованию для того, чтобы установить общую равнозначность качества изображения с учетом технических параметров. Данное положение не является альтернативным вариантом для требований к эталонам чувствительности, изначально указанных в данном документе, но может быть полезными средством для определения равнозначности изображения в случае необходимости с учетом конкретных требований и по особому разрешению покупателя.

6.5 В документе Practice E 747 содержаться условия для проволочных эталонов чувствительности, в которых используется проволока различный длины и диаметра для выполнения требований качества изображения. Требования в документе Practice E 747 отличаются от требований данного стандарта, однако в Practice E 747 (смотри Таблицу 4) содержаться положения, где представлены размеры проволок, эквивалентные соответствующим отверстиям с размерами 1*T,* 2*T,* и 4*T* для пластинок с различной толщиной. В Приложении X1 документа Practice E 747 также представлены методы по определению эквивалентности между эталонами чувствительности проволочного и пластинчатого типов. Данное положение не является альтернативным вариантом для требований к эталонам чувствительности, изначально указанных в данном документе, но может быть полезным для определения эквивалентности изображения в случае необходимости в зависимости от конкретных требований и по особому разрешению покупателя.

6.6 В методах испытаний Test Methods E 746 и E 1735 представлены дополнительные средства для определения относительной качественной реакции (чувствительности) системы технических рентгеновских пленок под воздействием энергетических уровней, описанных в данных документах. И в том, и в другом методе испытаний используется понятие "эквивалентная чувствительность эталона" для предоставления статистической информации по качеству изображения, которая позволяет оценить систему пленки других компонентов экспозиции по сравнительному принципу. Данные методы испытаний не являются альтернативными вариантами для требований к эталонам чувствительности, изначально указанных в данном документе, но могут быть полезны, при необходимости, в зависимости от конкретных требований и по особому разрешению покупателя, для определения эквивалентности изображения для некоторых аспектов процесса рентгенографии.

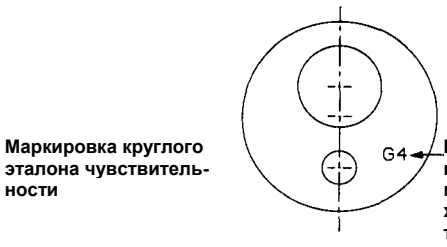
7. ГРУППЫ МАТЕРИАЛОВ

7.1 *Основные положения:*

7.1.1 Материалы распределены на восемь групп на основании их характеристик поглощения излучения: группы 03,02, и 01 для легких металлов, а группы 1-5 для тяжелых металлов.

7.1.2 Группы легких металлов: магний (Mg), алюминий (Al) и титан (Ti), обозначены соответственно 03, 02, и 01 в зависимости от преобладающего легирующего компонента. Материалы перечислены в порядке увеличения способности к поглощению излучения.

РИС. 3 МАРКИРОВКА КРУГЛОГО ЭТАЛОНА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ



7.1.3 Группы тяжелых металлов: стальные сплавы, сплавы на основе меди и никеля и сходные с ними сплавы обозначены 1-5. Способность материала к поглощению излучения растет с увеличением его цифрового обозначения.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Данные группы установлены экспериментальным путем на образцах из толстого металла толщиной ¾ дюйма (19 мм) при напряжении в 180 кВ. Диапазон подаваемых напряжений от 125 кВ до мультивольтового.

7.1.4 Общепринятые торговые марки или обозначения сплавов используются для уточнения применяемых материалов.

7.1.5 Материалы, из которых изготавливаются эталоны чувствительности, указываются в каждом конкретном случае, а данные эталоны чувствительности применяются для всех материалов, перечисленных внутри своей группы. Кроме того, любой эталон чувствительности, используемый для конкретной группы материалов, может использоваться для любого материала из предыдущей группы с меньшим порядковым номером, в том случае, если сохраняется соответствующий уровень качества.

7.2 *Система идентификации:*

1.2.1 Для восьми групп эталонов чувствительности разработана система V-образных надрезов, представленная на Рис.2.

7.2.2 На круглых эталонах чувствительности маркировка группы должна быть нанесена виброинструментом или химическим травлением. В маркировке используется буква "G", за которой следует номер группы, например G4 означает эталон чувствительности 4 группы. Для обозначения группы на изображении соответствующие свинцовые символы размещаются рядом с круглым эталоном чувствительности, также как это сделано для обозначения толщины с помощью свинцовых цифр. Пример маркировки на Рис.3.

7.3 *Группы материалов:*

7.3.1 *Группа материалов* 03:

7.3.1.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из магния, либо магний должен быть преобладающим легирующим компонентом.

7.3.1.2 Использовать для всех сплав, где магний является преобладающим легирующим компонентом.

7.3.2 *Группа материалов* 02:

7.3.2.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из алюминия, либо алюминий должен быть преобладающим легирующим компонентом.

7.3.2.2 Использовать для всех сплавов, где алюминий является преобладающим легирующим компонентом.

7.3.3 *Группа материалов* 01:

7.3.3.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из титана, либо титан должен быть преобладающим легирующим компонентом.

7.3.3.2 Использовать для всех сплавов, где титан является преобладающим легирующим компонентом.

7.3.4 *Группа материалов* 1:

7.3.4.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из углеродистой стали или из нержавеющей стали серии Type 300.

7.3.4.2 Использовать для всех углеродистых сталей, низколегированных сталей, нержавеющих сталей и марганцевоникилеалюминиевой бронзы (Superston).

7.3.5 *Группа материалов 2:*

7.3.5.1 **С**тандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из алюминиевой бронзы (сплав № 623 из Specification B 150 (технические условия B 150) или из эквивалентного сплава; либо из никелеалюминиевой бронзы (сплав No. 630 из Specification B 150) или из эквивалентного сплава.

7.3.5.2 Использовать для любой алюминиевой бронзы и любой никелеалюминиевой бронзы.

7.3.6 *Группа материалов* 3:

7.3.6.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из железохромоникелевого сплава (UNS No. N06600) (Inconel (инконель)). (смотри Specification (технические условия) B 166).

7.3.6.2 Использовать для железохромоникелевого сплава и для мартенситно-стареющей стали с 18% содержанием никеля.

7.3.7 *Группа материалов* 4:

7.3.7.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из никелемедного сплава, в котором соотношение никеля к меди 70 к 30, (Monel (монель)) (класс A или B из Specification (технические условия) B 164) или из эквивалентного сплава; либо из медно-никелевого сплава, в котором соотношение меди к никелю 70 к 30, (сплав G из Specification B 161) или из эквивалентного сплава.

7.3.7.2 Использовать для никелевых, медных или никелемедных серий или всех медно-никелевых серий сплавов, и для всех латуней (медно-цинковых сплавав). Эталоны чувствительности 4 группы могут использоваться для свинцовой латуни, т.к в свинцовой латуни усиливается затухание радиационных лучей в связи с повышением содержания свинца. Это может быть эквивалентно использованию эталонов чувствительности из нижестоящей группы с большим порядковым номером.

7.3.8 *Группа материалов* 5:

7.3.8.1 Стандартные эталоны чувствительности должны быть изготовлены из оловянистой бронзы (сплав D из Specification B 139).

7.3.8.2 Использовать для оловянистых бронз, в том числе для пушечной бронзы и вентильной бронзы, или для свинцовооловянистой бронзы с большим содержанием свинца, чем в вентильной бронзе. Эталоны чувствительности группы 5 могут использоваться для бронзы с более высоким содержанием свинца, т.к в свинцовистой бронзе усиливается затухание радиационных лучей в связи с повышением содержания свинца. Это может быть эквивалентно использованию эталонов чувствительности из нижестоящей группы с большим порядковым номером.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — При разработке восьми перечисленных групп материалов был установлен ряд других торговых марок или сплавов с другими обозначениями.

Для того, чтобы данный документ стал максимально удобен в использовании, ниже перечислены эти материалы, распределенные по группам:

(1) Группа 2 — Haynes Alloy (сплав) IN-100.

(2) Группа 3 — Haynes Alloy No. 713C (сплав Haynes No. 713C), Hastelloy D, G. E (сплав хастелой D, G. E). Alloy SEL (сплав SEL), Haynes Stellite Alloy No. 21 (стеллитовый сплав Haynes No. 21), GMR-235 Alloy (сплав GMR-235), Haynes Alloy No. 93 (сплав Haynes No. 93), Inconel X (инконель X), Inconel 718 (инконель718), и Haynes Stellite Alloy No. S-816 (стеллитовый сплав Haynes No. S-816).

(3) Группа 4 — Hastelloy Alloy F (сплав хастелой F), Hastelloy Alloy X (сплав хастелой X), и Multimeter Alloy Rene 41 (мультиметровый сплав Rene 41).

(4) Группа 5 — Сплавы в порядке увеличения затухания радиационных лучей: Hastelloy Alloy B (сплав Hastelloy B), Hastelloy Alloy C (сплав Hastelloy C), Haynes Stellite Alloy No. 31 (стеллитовый сплав Haynes No. 31), Thetaloy, Haynes Stellite No. 3 (стеллитовый сплав Haynes No. 3), Haynes Alloy No. 25 (сплав Haynes No. 25). Стандартные эталоны чувствительности, выполненные из любого из этих материалов, считаются пригодными для материалов, удовлетворяющих данным условиям.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Комитет, разрабатывающий данные рекомендации, предлагает добавлять другие материалы в перечисленные группы материалов при возникновении такой необходимости или при получении дополнительной информации, либо могут быть добавлены дополнительные группы материалов.

7.4 *Метод проведения радиографического исследования для других материалов:*

7.4.1 Для материалов, не представленных в данном документе могут использоваться эталоны качества, выполненные из этих же материалов или любых других материалов, если выполняются следующие требования. Для двух плиток равной толщины, одна из исследуемого материала (материал для производства продукции) и одна из материала стандартного эталона чувствительности, должен быть сделан рентгеновский снимок на одной пленке посредством одной дозы облучения при минимальном энергетическом уровне, используемом в производстве. С пленки должны быть сняты показания денситометра для каждого материала. Оптическая плотность для каждого материала должна быть в пределах от 2,0 до 4,0. Если оптическая плотность изображения материала стандартного эталона чувствительности составляет от +15% до -0% от оптической плотности изображения производственного материала, то эталоны чувствительности, выполненные из того же материала, что и данный эталон чувствительности, могут использоваться для радиографического контроля данного производственного материала. Кривая процентного соотношения основана на оптической плотности материала стандартного эталона чувствительности.

7.4.2 Всегда должно быть разрешено использование эталонов чувствительности, состав которых сходен с составом исследуемого материала.

8. СЕРТИФИКАЦИЯ СТАНДАРТНОГО ЭТАЛОНА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

8.1 Должны иметься в наличии документы, подтверждающие, что тип материала, распределение по группам (надрезы) и допуски на размеры эталонов чувствительности соответствуют положениям данной методики.

9. ТОЧНОСТЬ И СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

9.1 *Точность и систематическая погрешность* — Не ведется никакого учета точности или систематической погрешности при определении качества рентгеновских снимков, т.к. в результате исследований определяется только наличие соответствия критериям ожидаемого результата, установленным данной технологией.

10. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

10.1 оптическая плотность, уровень качества изображения, стандартный эталон чувствительности, радиологический, радиология, рентгеновское излучение и гамма-излучение

Приложение
(Необязательная информация)

X1. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЭТАЛОНА (ПЕНЕТРОМЕТРА)

X1.1 Для определения эквивалентной чувствительности эталона (в процентах) могут быть выполнены следующие расчеты, в зависимости от размера отверстия (диаметр в дюймах), толщины эталона чувствительности (в дюймах), и толщины сечения (в дюймах):

$$\alpha = \frac{100}{X}\sqrt{\frac{TH}{2}},$$

где:
α = эквивалентная чувствительность эталона, %,
X = толщина исследуемого сечения, в дюймах,
T = толщина эталона чувствительности, в дюймах, и
H = диаметр отверстия, в дюймах.

X1.2 Альтернативный метод для определения эквивалентной чувствительности пенетрометра с использованием Номограммы, Рис. X1.1:

Пример:

Дано:
X = 0,5 дюйма
T = 0,005 дюйма, и
H = 0,0625 дюйма.

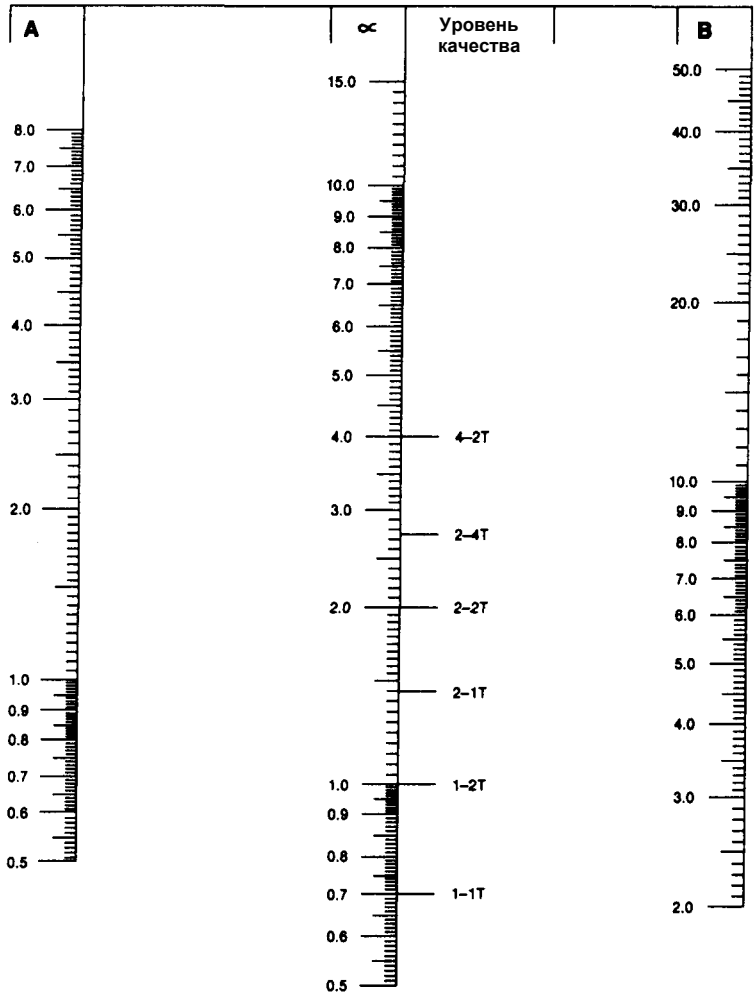
Решение:

$$A = \frac{100T}{X} = \frac{100 \times 0.005}{0.5} = 1.0\%$$

$$B = \frac{100H}{X} = \frac{100 \times 0.0625}{0.5} = 12.5\%$$

X1.3 Возьмите номограмму (Рис. X1.1) и проведите линию, соединяющую значение 1,0% шкалы A со значением 12,5% шкалы B, и посмотрите на пересечение этой линии с центральной шкалой, полученное значение равно 2,5%. Таким образом, в соответствии с заданными условиями, эквивалентная чувствительность эталона (пенетрометра) равняется 2,5%.

РИС. X1.1 ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЭТАЛОНА (ПЕНЕТРОМЕТРА), НОМОГРАММА



Определения:
A равняется видимой толщине (*T*) пластинки эталона чувствительности (пенетрометра), выраженной в процентах от толщины сечения (объекта) (дюймы), подвергаемого радиографическому исследованию.
B равняется диаметру наименьшего видимого на изображении отверстия (H) в эталоне чувствительности (пенетрометра), выраженного в процентах от толщины сечения (объекта) (дюймы), подвергаемого радиографическому исследованию.

Примечание — Номограмма используется для расчета эквивалентной чувствительности эталона, исходя из *T (T* эквивалентная толщина пенетрометра, дюйм) и *H (H* эквивалентный диаметр отверстия, дюймы). Проведите прямую линию, соединяющую значения любых двух шкал, и посмотрите на пересечение этой линии с третьей шкалой, получите ответ. Могут появляться небольшие погрешности (менее 5%) в связи с обычными способами копирования номограмм. Если требуется получить более точные результаты, воспользуйтесь формулой из Приложения X1.

ТИПОВОЙ МЕТОД РАДИОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК

A08

SE-1030

(Аналогично документу ASTM Specification E 1030-05)

1. Область применения

1.1 Данный метод испытания обеспечивает унифицированную процедуру радиографического контроля металлических отливок с помощью радиографической пленки в качестве средства для получения изображения.

1.2 Вследствие сложной формы и конфигурации некоторых отливок, свойственных литью, необходимо принимать во внимание возможные ограничения в отношении всестороннего охвата отливок при проведении радиографии. Радиография участков, сложная форма или конфигурация которых не позволяет обеспечить полный охват применяемыми радиографическими методами, должна быть согласована заказчиком и поставщиком. Использование альтернативных неразрушающих методов на участках, на которых не могут быть использованы имеющиеся методы радиографии, также должно быть согласовано заказчиком и поставщиком.

1.3 Радиографический метод является высокочувствительным к объемным несплошностям, вытесняющим определенную часть объема литого материала. Несплошности, не вытесняющие существенный объем материала, такие, как трещины или другие плоские следы, не могут быть обнаружены с помощью радиографии, если луч излучения случайно не совпадает с планарной ориентацией несплошности. Ввиду данного ограничения может быть уместным использование радиографического метода вместе с дополнительными неразрушающими методами, которые обеспечивают возможность надежного определения всех типов несплошностей. Использование дополнительных методов должно быть специально согласовано заказчиком и поставщиком.

1.4 Радиографические методы, указанные в настоящем документе, обеспечивают достаточную уверенность в выявляемости дефектов, однако, признано, что для определенных случаев могут потребоваться особые методы с более или менее строгими требованиями, нежели указанные требования. В подобном случае покупатель и поставщик должны согласовать альтернативные методы радиографии.

1.5 Значения, указанные в единицах традиционной американской системы единиц (дюймы-фунты), должны рассматриваться как стандартные.

1.6 *В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности (если таковые имеются), связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.*

2. Документы для справки

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 94 Руководство по радиографическому контролю (Guide for Radiographic Examination)

E 155 Справочные радиоснимки при исследовании алюминиевых и магниевых отливок (Reference Radiographs for Inspection of Aluminum and Magnesium Castings)

E 186 Справочные радиоснимки для толстостенных [от 2 до 4¼ дюйма (51-114 мм)] стальных отливок. (Reference Radiographs for Heavy-Walled [2 to 4j-in. (51 to 114-mm)] Steel Castings)

E 192 Справочные радиоснимки для покрытия стальных отливок в авиакосмической промышленности (Reference Radiographs for Investment Steel Castings for Aerospace Applications)

E 272 Справочные радиоснимки для высокопрочных отливок из сплавов на основе меди и никеля (Reference Radiographs for High-Strength Copper-Base and Nickel-Copper Alloy Castings)

E 280 Справочные радиоснимки для толстостенных [от 4¼ до 12 дюймов (114 - 305-мм)] стальных отливок (Reference Radiographs for Heavy-Walled [4-in. to 12-in. (114 to 305-mm)] Steel Castings)

E 310 Справочные радиоснимки для отливок из оловянистой бронзы (Reference Radiographs for Tin Bronze Castings)

E 446 Справочные радиоснимки для стальных отливок толщиной до 2 дюймов (51 мм) (Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in. (51 mm) in Thickness)

E 505 Справочные радиоснимки при исследовании алюминиевых и магниевых отливок, полученных литьем в кокиль (Reference Radiographs for Inspection of Aluminum and Magnesium Die Castings)

E 543 Методика для организаций, проводящих НРК (Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing)

E 689 Справочные радиоснимки для отливок из чугуна с шаровидным графитом (Reference Radiographs for Ductile Iron Castings)

E 747 Методика проектирования, изготовления и классификации материалов по группам для проволочных эталонов чувствительности (IQI), применяемых в радиографии (Practice for Design, Manufacture and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology)

E 802 Справочные радиоснимки для отливок из серого чугуна толщиной до 4½ дюйма (114 мм) (Reference Radiographs for Gray Iron Castings Up to 4S -in. (114 mm) in Thickness)

E 999 Руководство по контролю качества обработки промышленной радиографической плёнки (Guide for Controlling the Quality of Industrial Radiographic ПЛЕНКА Processing)

E 1025 Методика проектирования, изготовления и классификации материалов по группам для пластинчатых эталонов чувствительности, применяемых в радиографии (Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Hole-Type Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology)

E 1079 Practice for Calibration of Transmission Densitometers

(Методика калибровки денситометров для измерения в проходящем свете)

E 1254 Руководство по хранению радиоснимков и неэкспонированных промышленных радиографических пленок (Guide for Storage of Radiographs and Unexposed Industrial Radiographic Films)

E 1316 Терминология неразрушающих испытаний (Terminology for Nondestructive Examinations)

E 1320 Reference Radiographs for Titanium Castings (Эталонные радиограммы титановых отливок)

E 1815 Метод испытания для классификации систем пленок в промышленной радиографии (Test Method for Classification of ПЛЕНКА Systems for Industrial Radiography)

2.2 *Стандарты ASNT/ANSI:*

SNT-TC-1A Рекомендованная методика по аттестации и сертификации персонала НРК (Recommended Practice for Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing)

CP-189 Аттестация и сертификация персонала, проводящего неразрушающие испытания (Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel)

2.3 *Другие стандарты:*

NAS 410 Национальный аэрокосмический стандарт. Аттестация и сертификация персонала, проводящего неразрушающие испытания (National Aerospace Standard Certification and Qualification of Nondestructive Test Personnel)

CEN 444 Non-Destructive Testing-General Principles for Radiographic Examination of Metallic Material by X-and Gamma-rays (НРК. Общие принципы радиографии металлических материалов рентгеновскими и гамма-лучами)

ISO 5579 Non-Destructive Testing-Radiographic Examination of Metallic Materials by X- and Gamma-rays-Basic Rules (НРК. Основные правила радиографии металлических материалов рентгеновскими и гамма-лучами)

3. Терминология

3.1 *Определения* – Определения терминов, используемых в данном методе испытаний, см. в документе Terminology E 1316.

4. Значимость и применение

4.1 Необходимые условия, представленные в данном методе испытаний, подразумевают контроль качества радиографических изображений с целью получения удовлетворительных и согласованных результатов, и не подразумевают контроль приемлемости или качества материалов или изделий.

5. Основные принципы применения

5.1 Следующие пункты должны быть согласованы заказчиком и поставщиком:

5.1.1 *Оценка организаций, проводящих неразрушающие испытания* – Организации, проводящие неразрушающие испытания, если это оговорено в договоре, должны пройти аттестацию и оценку согласно документу Practice E 543. В данном договоре должна быть точно определена применимая редакция Practice E 543.

5.1.2 *Аттестация персонала* – персонал НРК должен быть аттестован в соответствии с общепринятыми инструкциями или стандартами, такими, как ANSI/ASNT-CP-189, SNT-TC-1A, NAS 410 или аналогичный документ. Стороны по договору должны указать в данном договоре используемые стандарты и методики, а также применимые редакции.

5.1.3 *Оборудование* — Должны быть указаны общие требования (см. п.п. 6.1 - 6.9).

5.1.4 *Требования* – Должны быть точно определены общие требования (см. 8.1, 8.2, 8.5, и 8.7.4).

5.1.5 Должны быть точно определены требования к процедуре (см. 9.1, 9.1.1, 9.3, 9.7.4 и 9.7.7).

5.1.6 *Отчеты* – Должно быть точно определено хранение отчетов (см. 12.1).

6. Оборудование

6.1 *Источники излучения:*

6.1.1 *Источники рентгеновских лучей* – Выбор соответствующего напряжения рентгеновских лучей и текущего его уровня зависит от переменных, касающихся проверяемых образцов (тип и толщина материала) и практически допустимого времени экспонирования. Соответствие данных параметров рентгеновских лучей должно быть продемонстрировано получением требуемой чувствительности эталона (IQI) и соответствием всем другим требованиям, указанным в настоящем документе. Руководство Guide E 94 содержит условия, касающиеся расчетов экспозиции и таблицы для использования источников рентгеновских лучей.

6.1.2 *Источники гамма-излучения* – При использовании изотопных источников излучения, они должны продемонстрировать необходимую чувствительность радиографического контроля.

6.2 *Плёнкодержатели и кассеты* – Плёнкодержатели и кассеты должны быть светонепроницаемыми, с ними необходимо обращаться таким образом, чтобы снизить вероятность появления повреждений. Они могут быть изготовлены из пластичного винила, пластика или любого другого прочного, либо металлического материала. В случае если свет проник в плёнкодержатель, что привело к появлению засвеченных участков пленки на рассматриваемых участках, данную пленку забраковывают. Если плёнкодержатель пропускает свет, он должен быть отремонтирован перед повторным использованием или забракован. Пленкодержатель и кассеты регулярно обследуются, чтобы минимизировать вероятность засвечивания.

ТАБЛИЦА 1 ЭКРАНЫ ИЗ СВИНЦОВОЙ ФОЛЬГИ

Диапазон кэВ	Передний экран, дюйм [мм] (A)	Задний экран, мин., дюйм [мм]
0 - 150 кэВ (B)	0,000 - 0,001 [0 - 0,025]	0,005 [0,127]
150 - 200 кэВ; Ir 192, Se-75	0,000 - 0,005 [0 - 0,127]	0,005 [0,127] (C)
200 кэВ - 2 МэВ; Co60	0,005 - 0,010 [0,126 - 0,254]	0,010 [0,254]
2 - 4 МэВ	0,010 - 0,020 [0,254 - 0,508]	0,010 [0,254l
4 - 10 МэВ	0,010 - 0,030 [0,254 - 0,762]	0,010 [0,254]
10 - 25 МэВ	0,010 - 0,050 [0,254 - 1,27]	0,010 [0,254]

ПРИМЕЧАНИЯ:

(A) Толщина свинцового экрана, указанная для различных диапазонов напряжений, представляет собой рекомендованное, а не требуемое значение. Могут использоваться другие значения толщин и материалы при условии достижения необходимого уровня качества радиографии, контраста и плотности.

(B) Готовая пленка со свинцовыми экранами может использоваться в диапазоне 80 - 150 кэВ. В диапазоне менее 80 кэВ не рекомендуется использовать свинцовые экраны. Готовая пленка может использоваться при более высоких значениях энергии при условии, что выполняются определенные требования по контрасту, плотности, уровню качества радиографического снимка и обратному рассеянию. При более высоких значениях энергии могут использоваться дополнительные промежуточные свинцовые экраны для снижения рассеянного излучения.

(C) При условии выполнения требований 9.5 по обратному рассеянию задние экраны не требуются.

6.3 *Усиливающие экраны:*

63.1 *Экраны из свинцовой фольги:*

6.3.1.1 Усиливающие экраны из свинцовой фольги в основном используются для производственной радиографии. Экраны из свинцовой фольги должны быть приблизительно таких же размеров, как и используемая пленка. При экспозиции необходимо обеспечить непосредственный контакт экранов с пленкой.

6.3.1.2 Если не указано иначе в соглашении поставщика и покупателя или в примечаниях к таблице 1, по данной таблице должны использоваться передние свинцовые экраны.

6.3.1.3 Свинцовые листы с подложкой или без нее, используемые для экранов, проходят визуальный контроль на наличие пыли, грязи, окисления, трещин или коробления, инородных веществ или иного состояния, которые могут привести к нежелательным и нехарактерным искажениям изображений на пленке.

6.3.2 *Флуоресцентные, флуорометаллические или иные металлические экраны:*

6.3.2.1 Могут применяться флуоресцентный, флуорометаллический или иные металлические экраны, однако они должны продемонстрировать требуемую чувствительность эталона (IQI). Флуоресцентные или флуорометаллические экраны могут привести к ограничениям качества изображения (см. стандарт Test Method E 94, Приложените X1.).

6.3.2.2 *Обслуживание экранов* – Необходимо обеспечить тщательное обслуживание всех экранов, чтобы избежать появления вмятин, царапин, жира или грязи на активных поверхностях. Экраны, отображающие ложные показания на радиографическом снимке, забраковывают или перерабатывают, чтобы устранить вероятность определения ложных несплошностей.

6.3.3 *Прочие экраны* – Европейский стандарт CEN 444 содержит аналогичные положения по усиливающим экранам как и настоящий метод испытаний, международные пользователи данных типов экранов, которые предпочитают применять стандарты CEN 444 или ISO 5579 ввиду их ввиду конкретного назначения, должны указать подобные альтернативные положения в отдельных контрактных соглашениях по настоящему методу испытаний.

6.4 *Фильтры* – Фильтры используются при снижении контраста, вызванном разрозненным излучением малой энергии или при искажении элементов при экспонировании и оплавлении кромок существенного размера, получаемых на промышленных радиографических снимках, что, в свою очередь, приводит к невыполнению требований по уровню качества или охвату при радиографии, оговоренных в заказ-наряде или контракте (см. документ Guide E 94).

6.5 *Маскирование* – Для снижения ухудшения качества изображения по причине искажения элементов при экспонировании при необходимости могут быть использованы маскирующие материалы (см. Guide E 94)

6.6 *Эталоны чувствительности (IQI)* - Допускаются к использованию эталоны чувствительности, соответствующие конструктивному исполнению и идентификационным требованиям в Practice E 747 или Practice E 1025, за исключением указанного иным образом в заказе-наряде или контракте.

6.7*Клинья и отдельные подкладки* - Клинья и отдельные подкладки, изготовленные из аналогичных или подобных по радиографическим качествам материалов (указанные в Method E 1025), могут использоваться для упрощения регулировки положения эталонов чувствительности. Не существует никаких ограничений по толщине клиньев и отдельных подкладок, при условии выполнения требований п. 9.7.6.2 в отношении эталона чувствительности и допусков по плотности рассматриваемого участка**.**

6.8 *Определение местоположения при радиографии и идентификационные метки* – Для обозначения номера детали и номера *местоположения* используются свинцовые цифры и буквы. Размер и толщина данных маркеров зависят от возможности радиографической технологии отображать маркеры на радиографическом снимке. Как правило, маркеры толщиной $^{1}/_{16}$ дюйма (1,58 мм) достаточны для радиографии рентгеновскими лучами низкой мощности (менее 1 МэВ) или радиографии излучением на основе радионуклида Иридий-192; для радиографии большей мощности может быть необходимым использование маркеров толщиной $^{1}/_{8}$ дюйма (3,17 мм) или более.

6.9 *Аппаратура для измерения плотности почернения фотоэмульсии при воздействии излучения* – Для оценки требований плотности снимка используется либо денситометр для измерения в проходящем свете, либо сравнительный снимок со ступенчатой градацией потемнения. Поверка калибровки снимков со ступенчатой градацией почернения или денситометром (или и того, и другого) должна быть проведена сравнением со снимком со ступенчатой градацией почернения, контролепригодным в соответствии с требованиями Национального Института Стандартов и Технологий (NIST). Денситометры калибруют согласно стандарту E 1079.

7. Реагенты и материалы

7.1 *Системы пленок* – С учетом выполнения требований настоящего метода испытаний используют только системы пленок, одобренные компетентной технической организацией (CEO) или соответствующие требованиям документа Test Method E 1815.

8. Требования

8.1 *Требования к процедуре* – Если не указано иначе в заказе-наряде или контракте, радиографический контроль проводится в соответствии с письменной процедурой. Специальные требования, касающиеся подготовки и утверждения письменной процедуры, должны быть четко прописаны в договоре заказчиком и продавцом. Подробности процедуры, кроме всего прочего, должны включать в себя оговоренные в Приложении X1 пункты. Кроме того, должен быть подготовлен типовой бланк радиографической съемки (RSS), Рис. X1.1, аналогично приведенному в Приложении X1, который должен быть представлен для анализа при интерпретации пленки.

8.2 *Охват контроля при радиографии* – Если не указано иначе в договоре продавца и поставщика, объем контроля при радиографии отливки должен соответствовать максимально возможному объему для отливок. Участки, для которых необходима радиография, отмечаются, как показано на Рис. X1.2 и X1.3 Приложения X1. В случае если отливка имеет непригодную для радиографии форму или конфигурацию, эти участки также отмечаются на чертежах или эскизах, представляемых вместе с радиографическими снимками. Примеры формы и конфигурации отливок, считающиеся непригодными для радиографии, представлены в Приложении X2.

8.3 *Качество радиографической пленки* – Все радиографические снимки должны быть без механических, химических дефектов, дефектов по причине неправильного обращения или других дефектов, которые могли бы закрыть или исказить изображение любой несплошности на рассматриваемом участке радиографического снимка. Если существуют какие-нибудь сомнения в отношении фактического характера показаний, проявленных на пленке, снимок переснимают или бракуют.

8.4 *Уровень качества радиографических снимков* – Уровень качества радиографических снимков четко прописывается в заказе-наряде или контракте (см. Practice E 1025 или Practice E 747 в отношении рекомендаций по выбору уровня качества).

8.5 У*ровень приемки* - Уровень приемки радиографических снимков и соответствующая степень серьезности дефектов оговаривается в контракте, заказе-наряде, чертеже или ином договоре заказчика и поставщика.

8.6 *Ограничения плотности почернения фотоэмульсии при воздействии излучения* – Плотность почернения при воздействии излучения на рассматриваемом участке должна составлять 1,5 - 4,0 для одиночного или суперпозиционного просмотра.

8.7 *Обращение с пленкой:*

8.7.1 *Оборудование лаборатории* – Оборудование для лаборатории должно храниться в чистом месте, по возможности при отсутствии пыли. Безопасное освещение, используемое для работы с радиографическими материалами, должно быть рекомендовано производителями пленки, причем положение для освещения должно быть определено в соответствии с рекомендациями производителя. Все оборудование и материалы лаборатории должны обеспечивать возможность получения пригодных к интерпретации радиографических снимков.

8.7.2 *Обработка пленки* – Обработка радиографической пленки контролируется в соответствии с документом Guide E 999.

8.7.3 *Оборудование для просмотра пленки* – Оборудование для просмотра должно обеспечивать приглушенный фоновый свет яркости, не вызывающей искажающих отражений, теней или отблесков на радиографическом снимке. Свет при просмотре должен быть достаточно ярким для критического осмотра плотности до 4,0, и соответствующим образом контролироваться, чтобы могла быть выбрана оптимальная яркость для радиографических снимков при одиночном или суперпозиционном просмотре.

8.7.4 *Хранение радиографических снимков* – В случае, если хранение оговорено в заказе-наряде или контракте, радиографические снимки должны храниться в местах с соответствующим контролем условий окружающей среды, чтобы предотвратить порчу или иного рода повреждение. Срок и место хранения радиографических снимков после поставки отливки оговаривается заказчиком и поставщиком (см. Guide E 1254 в отношении хранения информации).

9. Процедура

9.1 *Время контроля* — Если не указано иное в соответствующем заказе-наряде или контракте, радиография может быть выполнена до термической обработки и в состоянии непосредственно после литья, после черновой обработки или чистовой обработки.

9.1.1 *Выбор эталона чувствительности* — Если не указано иное в соответствующем заказе-наряде или контракте, выбор эталона чувствительности должен быть основан на следующем: если толщина, проходящая радиографию, превышает расчетную толщину готовой детали, размер эталона чувствительности должен быть основан на толщине, которая не превышает расчетную толщину готовой детали более, чем на 20% или ¼ дюйма (6,35 мм), выбирают большее значение. Размеры эталона чувствительности никогда не должны основываться на толщине большей, чем толщина, подвергаемая радиографии.

9.2 *Подготовка поверхности* — Поверхность отливки должна быть подготовлена согласно требованиям с целью устранения любых условий, которые могут скрыть дефекты или могут быть приняты за внутренние несплошности отливки.

ТАБЛИЦА 2
РАССТОЯНИЕ ОТ ИСТОЧНИКА ДО ПЛЕНКИ

Толщина материала, дюйм [мм]	Ug макс.,дюйм [мм] (A)
До 1 [25,4]	0,010 [0,254]
1 - 2 [25,4 - 50,8]	0,020 [0,508]
Более 2 - 3 [более 50,8 - 76,2]	0,030 [0,762]
Более 3 - 4 [более 76,2 - 101,6]	0,040 [1,016]
Свыше 4 [более 101,6]	0,070 [1,778]

ПРИМЕЧАНИЕ:
(A) Значения геометрической нерезкости определяют (рассчитывают) согласно формулам в стандарте Guide E 94.

9.3 *Расстояние от источника до пленки* — Если в соответствующем заказе-наряде или контракте не предусмотрено иное, геометрическая нерезкость (Ug) не должна превышать значения в Таблице 2.

9.4 *Направление излучения* — Направление излучения должно определяться геометрией отливки, зоной радиографического охвата и требованиями к качеству, предусмотренными соответствующим заказом-нарядом или контрактом. По возможности располагайте центральный пучок излучения перпендикулярно к поверхности пленки. Приложение X2 содержит примеры предпочтительного расположения источника и пленки, а также примеры геометрии и конфигурации отливок, при которых радиография не выполнима или трудновыполнима.

9.5 *Защита от отраженного излучения:*

9.5.1 *Отраженное излучение* — (вторичное излучение от поверхностей, находящихся за пленкой, таких как стены, пол и т.д.) служит для уменьшения контраста при радиографии и может оказывать нежелательное влияние на качество радиографии. Свинцовый лист толщиной 1/8 дюйма (3,17 мм), располагающийся за пленкой, обычно обеспечивает соответствующую защиту от обратного излучения.

9.5.2 Для определения обратного излучения на задней стороне пленкодержателя располагают свинцовую букву «B» [приблизительно 1/8 дюйма (3,17 мм) в толщину и ½ дюйма (12,7 мм) в высоту]. Если светлый участок (более низкой плотности) свинцовой буквы «B» появляется на радиографическом снимке, это означает, что необходима более интенсивная защита от обратного излучения. На появление темного участка свинцовой буквы «B» не следует обращать внимания, если темный участок не скрывает дефекты или не принимается за недопустимые несплошности отливки.

9.6 *Размещение эталонов чувствительности (IQI)* — Поместите все эталоны чувствительности (IQI), проходящие радиографию, на отливку со стороны источника. Поместите эталоны чувствительности на участке, проходящем радиографию, если не является необходимым использование клина или отдельной подкладки, как указано в п. 9.7.6.

9.7 *Количество эталонов чувствительности:*

9.7.1 Один эталон чувствительности должен представлять участок, внутри которого плотность почернения при воздействии излучения не варьируется более +30% - -15% от плотности, измеренной по телу эталона чувствительности.

9.7.2 Если плотность снимка варьируется более -15% -+30%, допустимы два эталона чувствительности, которые должны быть использованы следующим образом: если один эталон демонстрирует допустимую чувствительность, представляя наиболее плотный участок экспозиции, а второй эталон демонстрирует допустимую чувствительность, представляя наименее плотный участок экспозиции, тогда эти два эталона отвечают требованиям определения экспозиции в указанных граничных значениях плотности, при условии выполнения требований к плотности, оговоренных в п. 8.6.

9.7.3 Для цилиндрических или плоских отливок при использовании для экспонирования более одного пленкодержателя на каждой радиографическом снимке должно присутствовать, по крайней мере, одно изображение эталона чувствительности. Для цилиндрических форм, при которых источник излучения панорамного типа помещают в центр цилиндра, и при контроле всей длины окружности или ее части с использованием, по крайней мере, четырех перекрывающихся пленкодержателей, должны быть использованы, по меньшей мере, три эталона чувствительности. На снимках частей длины окружности эталон чувствительности должен быть расположен на каждом конце участка оцениваемого изображения радиографического снимка с промежуточными эталонами чувствительности, расположенными с равными промежутками по длине охвата. При проверке всей длины окружности, даже при использовании одного участка рулонной пленки, должны быть использованы три эталона чувствительности, расположенные под углом 120 градусов друг к другу.

9.7.4 При контроле совокупности отдельных отливок, расположенного по кругу, требования п. 9.7.1 и 9.7.2, или обоих, должны иметь преимущественную силу для каждой отливки.

9.7.5 Если требуемая эталонная чувствительность не видна на любой отдельной пленке при использовании многопленочной технологии (см. п. 9.11), но видна при общем (суперпозиционном) просмотре пленки, интерпретация допускается только при общем просмотре соответствующего участка.

9.7.6 В случае, когда невозможно поместить эталоны чувствительности на отливку, могут быть использованы клин или отдельная подкладка, соответствующие требованиям п. 6.7.

9.7.6.1 Эталон чувствительности должен быть расположен к пленке не ближе, чем сторона источника части отливки, на которой выполняют радиографию на данном виде.

9.7.6.2 Плотность почернения при воздействии излучения, измеренная рядом с эталоном чувствительности через клин или отдельную подкладку, не должна превышать плотность, измеренную на исследуемом участке, более чем на 15%. Плотность может быть светлее, чем плотность исследуемого участка при условии, что обеспечен приемлемый уровень качества, и соблюдены требования к плотности по п. 8.6.

9.7.6.3 Клин или отдельная подкладка должны быть расположены в углу пленкодержателя или близко к той части исследуемого участка, которая наиболее удалена от центрального пучка**.** Это крайнее положение от позиции угла раствора пучка, в котором возможно появление несплошности.

9.7.6.4 Размеры клина или отдельной подкладки

должны превышать размеры эталона чувствительности таким образом, чтобы на радиографическом снимке были видны очертания, по крайней мере, трех сторон эталона.

9.7.7 *Эталоны со стороны пленки* — В случае, когда эталон физически не может быть помещен со стороны источника, и использование приема отдельной подкладки нецелесообразно, могут быть использованы эталоны, расположенные на стороне пленки. Соответствующий заказ-наряд или контракт должен содержать требования к уровню качества радиографии с эталоном чувствительности, расположенным на стороне пленки (см. 8.4).

9.8 *Маркеры положения* — Радиографическое изображение маркеров расположения для соотнесения отливки с пленкой должно быть представлено на пленке, не нарушая интерпретацию, таким образом, чтобы было очевидно, что получен требуемый охват. Расположение этих маркеров должно быть отмечено на отливке, и местоположение маркеров должно быть сохранено на детали до завершения радиографии. На RSS должны быть представлены все позиции маркеров.

9.9 *Обозначение радиографического снимка* — Должна быть использована система точной идентификации пленки, каждая пленка должна иметь уникальное обозначение, соотносимое с проходящим контроль изделием. Минимум следующая дополнительная информация должна быть указана на каждой радиограмме или отчетах, представляемых с радиограммой:

(a) Название организации, выполняющей радиограмму

(b) Дата съемки

(c) Обозначение детали, компонента или системы, а также в соответствующих случаях сварное соединение на компоненте или системе

(d) Выполнен ли снимок на участке в первоначальном состоянии или после ремонта

9.10 *Идентификация более поздних снимков* — Все радиографические снимки после исходного (первого) и выполнения ремонта должны иметь обозначение статуса дефектоскопии, который указывает причину. Более поздние радиографические снимки, выполненные для отремонтированных участков, должны быть обозначены буквой R, за которой следует соответствующий ремонтный цикл (то есть, R-1 для первого ремонта, R-2 для второго ремонта и т.д.). Более поздние радиографические снимки, которые необходимы в результате дополнительной подготовки поверхности, должны быть обозначены буквами REG.

9.11 *Многопленочная техника* — Наличие двух или нескольких пленок с одинаковой или отличной скоростью в одной и той же кассете допустимо при условии, если установленные требования к уровню качества и плотности соблюдаются (см. 9.7.2 и 9.7.5).

9.12 *Техника радиографии:*

9.12.1 *Однослойная техника* — Кроме тех случаев, которые предусмотрены в п. 9.12.2, радиографию необходимо выполнять с использованием техники, при которой излучение проходит только через одну стенку.

9.12.2 *Двухслойная техника* — Для литья с внутренним диаметром 4 дюйма и меньше, может быть использована техника, при которой излучение проходит через обе стенки, и обе стенки рассматриваются для приемки по одной пленке. Для гарантии получения требуемого охвата должно быть выполнено достаточное количество снимков.

9.13 *Безопасность* — Методики радиографии должны соответствовать действующим муниципальным, государственным и федеральным постановлениям.

10. Оценка радиограмм

10.1 *Качество пленки* — Проверьте, чтобы радиографический снимок соответствовал требованиям качества, указанным в п.п. 8.3, 8.4, 8.6, 9.5.2 и 9.7.

10.2 *Оценка пленки* — Определите статус: принята или отбракована отливка путем сравнения радиографического изображения с установленными критериями приемки (см. п. 8.5).

11. Эталонные радиографические снимки

11.1 *Эталонные радиографические снимки* — E 155, E 186, E 192, E 272, E 280, E 310, E 446, E 505, E 689, E 802 и E 1320 - ступенчатые радиографические изображения различных несплошностей отливок. Данные эталонные радиографические снимки могут быть использованы для установления критериев приемки, а также могут быть полезны в качестве учебных пособий для интерпретации радиографических снимков.

12. Отчет

12.1 Необходимо вести следующие отчеты о радиографическом исследовании, как оговорено заказчиком и поставщиком:

12.1.1 Типовой бланк радиографической съемки,

12.1.2 Документация по ремонту сваркой,

12.1.3 Пленка,

12.1.4 Отчет по интерпретации пленки, содержащий минимум следующее:

12.1.4.1 Вывод по каждому радиографическому снимку (приемлемо и отбраковано),

12.1.4.2 Если неприемлемо, то причины отбраковки (усадка, газ и т.д.),

12.1.4.3 Поверхностный признак, подтвержденный визуальным контролем (плесень, отметины и т.д.), и

12.1.4.4 Подпись лица, осуществляющего интерпретацию пленки.

13. Точность и погрешность измерения

13.1 Никакого отчета о точности или погрешности данного метода проверки не подготовлено, так как результат лишь определяет соответствие критериям успешного исхода, определенным в данной процедуре.

14. Ключевые слова

14.1 отливки, гамма-излучение, неразрушающий метод испытаний, радиографический, радиография, рентгеновский луч

СТАТЬЯ 22, SE-1030 2008a РАЗДЕЛ V

ПРИЛОЖЕНИЯ

(Необязательная информация)

X1. ТИПОВОЙ БЛАНК РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ (RSS)

X1.1 Типовой бланк радиографической съемки (RSS) содержит существенную информацию, касающуюся контроля отливки, для операторов и лиц, выполняющих интерпретацию снимков. RSS предназначена для стандартизации радиографической методологии, связанной с контролем литья; она может также предусматривать механизм согласования между заказчиком и поставщиком до начала процесса контроля на промышленной основе. Использование RSS выгодно из-за множества конфигураций, связанных с литьем, и соответствующих вариаций в технике контроля для любой конкретной детали. RSS содержит карту расположения маркеров, направления расположения источника и пленки и инструкции по всем другим параметрам, связанным с радиографией отливок. Данная информация обеспечивает наиболее эффективный метод контроля качества и согласованность получающихся в результате радиографических изображений.

X1.2 RSS обычно состоит из инструкции и эскиза(ов) отливки: в инструкции указывается радиографическое оборудование, материалы и технические параметры приемки для каждого расположения; эскиз(ы) иллюстрирует(ют) местоположение, ориентацию и расположение источника и пленки для каждой позиции. На рис. X1.1-X1.3 данного приложения представлена типовая инструкция и эскизы. Как минимум, RSS должна представлять следующую информацию. Все графы должны быть заполнены, за исключением не применяемых; в этих случаях в графе должно быть отмечено NA (не применимо).

X1.2.1 В инструкции должно быть указано следующее:

Xl.2.1.1 Фирма, подготовившая RSS и мероприятия при выполнении радиографии.

Xl.2.1.2 Обозначение отливки, включая:

(a) Номер чертежа,

(b) Идентификационный номер отливки,

(c) Подробное название (например, корпус насоса, корпус клапана и т.д.),

(d) Тип и спецификация материала,

(e) Номер плавки и

(f) Номер модели.

X1.2.1.3 Состояние поверхности во время радиографии (непосредственно после литья, после черновой обработки, после чистовой обработки).

X1.2.1.4 Графа для одобрения (при необходимости).

Xl.2.1.5 *Параметры радиографической техники для каждого положения:*

(a) Обозначение места радиографии,

(b) Вид и размеры источника,

(c) Толщина в готовом виде,

(d) Толщина при радиографии,

(e) Эталоны чувствительности,

(f) Расстояние от источника до пленки,

(g) Тип пленки и количество,

(h) Размеры пленки,

(i) Требуемый уровень качества эталона чувствительности,

(j) Стандарт на условия приемки радиографии, а также

(k) Допустимый уровень серьезности дефектов при радиографии.

Xl.2.2 Эскиз(ы) должны предусматривать следующее:

Xl.2.2.1 Размещение маркеров.

Xl.2.2.2 Размещение идентификационной пластинки или обозначение литейного завода на отливке.

Xl.2.2.3 Обозначение участков, требующих радиографии (при необходимости).

Xl.2.2.4 Обозначение участков, которые считаются неудобными или очень сложными для выполнения радиографии (см. п.п. 1.2 и 8.2).

Xl.2.2.5 Расположение радиографического источника и пленки и направление радиационного пучка для каждого положения.

ПРИМЕЧАНИЕ X1.1 — В RSS должны быть указаны сложные участки и должно быть оговорено, что техника для данных позиций - типовая для сечений отливки, на которых целый ряд позиций должен пройти радиографию с аналогичным базовым расположением источника и пленки для каждой позиции.

Xl.2.3 Рис. X1.1 данного приложения представляет образец RSS, который был разработан для типового промышленного назначения, а Рис. X1.2 и X1.3 представляют образцы эскизов RSS, которые были разработаны для типового промышленного назначения.

Xl.2.4 RSS может не предусматривать средства технического контроля, считающиеся наиболее эффективными для всех видов радиографии, но, так или иначе, некоторые средства технического контроля должны быть использованы. Запрос одобрения радиографического метода заказчиком до выполнения промышленной радиографии является, как правило, полезной практикой. Это обычно влечет за собой демонстрацию соответствия методики путем представления на рассмотрение заказчику предлагаемых параметров техники и соответствующего набора контрольных радиограмм. Одобрение методики заказчиком должно быть рассмотрено в соответствующем заказе-наряде или контракте.

РИС X1.1 ПРИМЕР ТИПОВОГО БЛАНКА РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ (RSS)

ОСНОВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ		ОБОЗНАЧЕНИЕ ОТЛИВОК		
КОМПАНИЯ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩАЯ RSS		№ ЧЕРТЕЖА	РЕД.	ДЕТАЛЬ №
КОМПАНИЯ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩАЯ РАДИОГРАФИЧЕСКУЮ ДЕФЕКТОСКОПИЮ		ОПИСАНИЕ КОРПУС		
МЕТОД ОБОЗНАЧЕНИЯ ОТЛИВКИ ШТАМПОВКА ☐ ТРАВЛЕНИЕ ☐ НА МЕСТЕ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ 9-10		МАТЕРИАЛ NI-CU		СПЕЦ. МАТЕРИАЛ
СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ ☐ ПОСЛЕ ЛИТЬЯ ☐ ЧЕРН. ОБ. ☐ ЧИСТ. ОБ.		МОДЕЛЬ №		ПЛАВКА №

УТВЕРЖДЕНИЕ RSS

ПОСТАВЩИК	ЗАКАЗЧИК
1. ДАТА	1. ДАТА
2.	2. ДАТА

ПАРАМЕТРЫ РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

ВИДЫ	I-2 по 4-1	5-6 по 7-8	9-10	11-12	13			
ТИП ИСТОЧНИКА	IRID ^{192}							
ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ТОЛЩИНА	13/16"	3/4"	5/8 – 2 1/8"	5/8"-2 3/8"	3/4" - 2 3/8"			
ТОЛЩИНА ПРИ РАД. ДЕФ-ИИ	15/16"	7/8"	3/4"-2 5/16"	3/4"-2 1/2"	7/8" - 2-1/2"			
ЭТАЛОН (Ы)	17	17	15 -45	15 -50	17-50			
РАССТ. ОТ ИСТ. ДО ПЛЕНКИ	30"	→	→	→	→			
ТИП ПЛЕНКИ	1	→	1 и 2	→	→			
РАЗМЕР ПЛЕНКИ	5 X 7	→	6 X 10	→	→			
УРОВЕНЬ КАЧЕСТ-ВА	2 – 2 T	→	→	→	→			
СТАНДАРТ НА ПРИЕМКУ	ASTM E-272	→	→	→	→			
УРОВЕНЬ ОПАС-НОСТИ	2	→	→	→	→			

ПРИМЕЧАНИЯ	РЕДАКЦИИ				
	РЕД	ОПИСАНИЕ	УТВЕРЖДЕНИЕ			
			ПОСТАВЩИК		ЗАКАЗЧИК	
			ФИО	ДАТА	ФИО	ДАТА
	A	ПЕРВЫЙ ВЫПУСК	–	–	–	–

RSS №	РЕДАКЦИЯ A	СТРАНИЦА ИЗ
XXX_YYY-22		1 3

X2. ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА И ПЛЕНКИ ДЛЯ РАДИОГРАФИИ ФЛАНЦЕВ И ПРИМЕРЫ УЧАСТКОВ, КОТОРЫЕ СЧИТАЮТСЯ НЕПРИГОДНЫМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ СНИМКОВ

X2.1 *Предпочтительное расположение источника и пленки для радиографии фланцев* – эффективное использование радиографии для оценки бездефектности материалов на участках отливок, на которых фланец соединяется с корпусом**,** до некоторой степени ограничено расположением источника и пленки, что требует сложная конфигурация этих участков. Следующие рисунки (см. Рис. X2.1 - X2.3) описывают расположение источника и пленки, которые могут быть задействованы, кроме того, представлены ограничения и преимущества каждого из них.

X3. ПРИМЕРЫ УЧАСТКОВ, КОТОРЫЕ СЧИТАЮТСЯ НЕПРИГОДНЫМИ ДЛЯ РАДИОГРАФИИ

X3.1 Определенная сложная конфигурация отливок недосягаема для радиографии при обычных схемах размещения источников и пленки, в результате невозможно обеспечить значимые радиографические результаты. В основном, эти участки касаются соединения двух сечений отливки. На следующих рисунках (см. Рис.X3.1 и X3.2) представлены типовые примеры подобных участков.

РИС X1.2 ТИПОВОЙ БЛАНК РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ (RSS)

ВИДЫ, ПОКАЗЫВАЮЩИЕ СХЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА И ПЛЕНКИ

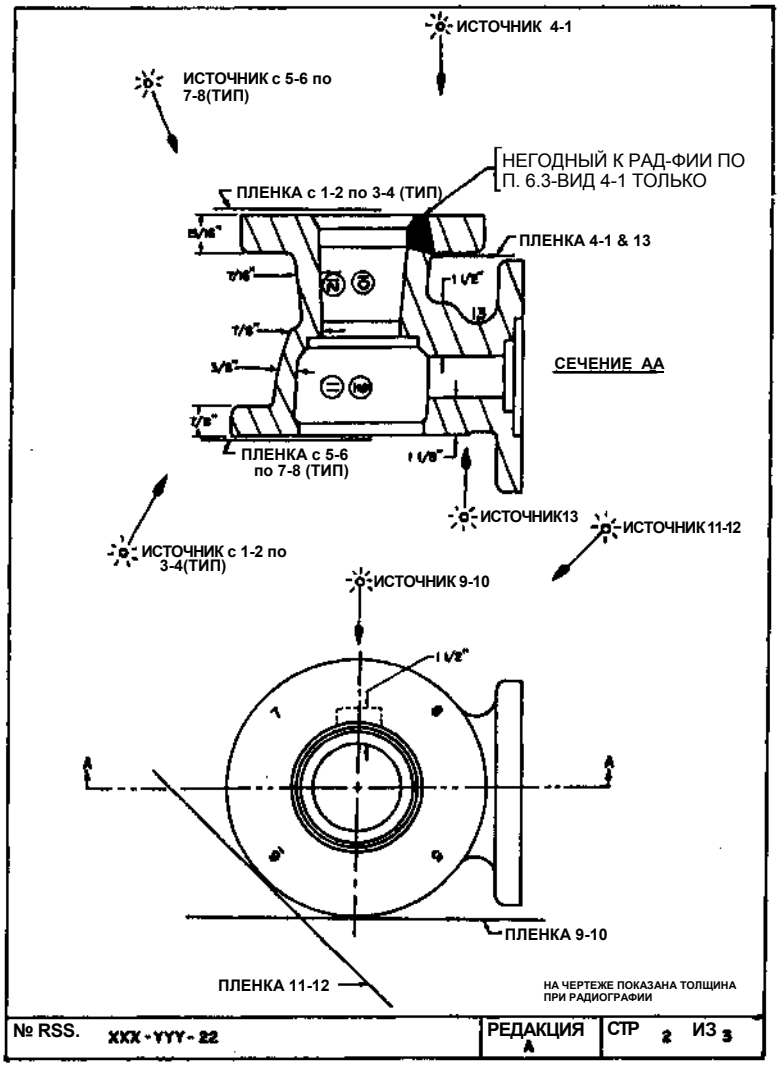


РИС. X1.3 ТИПОВОЙ БЛАНК РАДИОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ (RSS)

ВИДЫ, ПОКАЗЫВАЮЩИЕ СХЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ОХВАТ

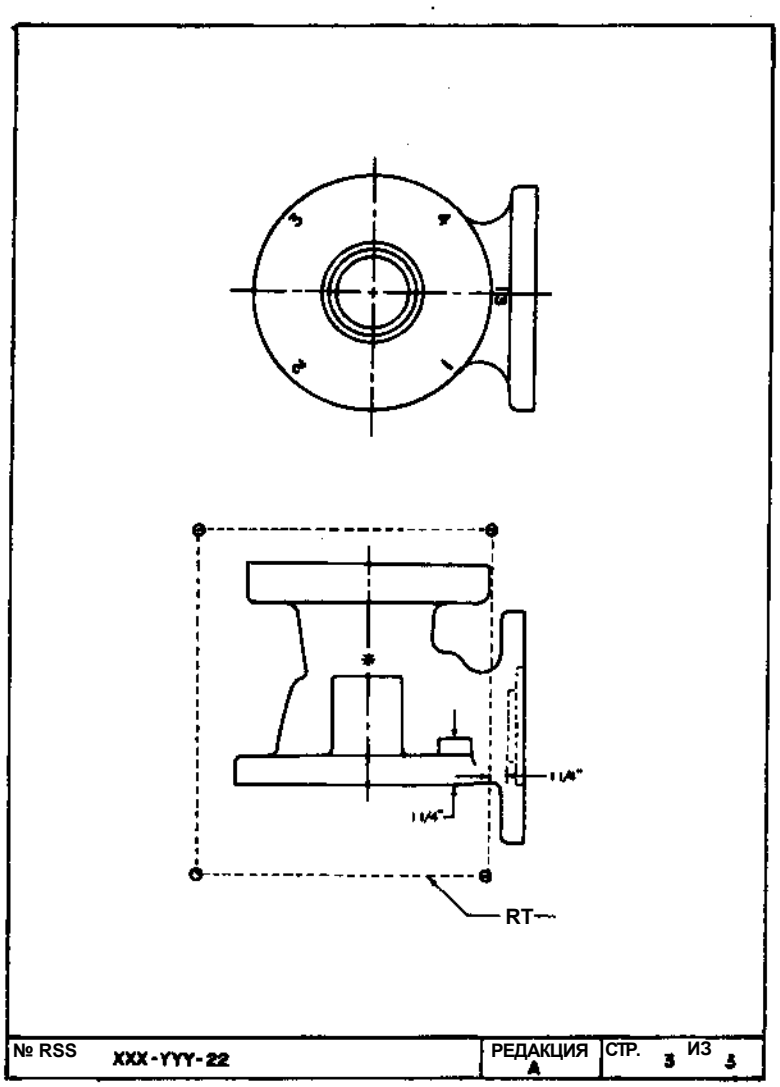
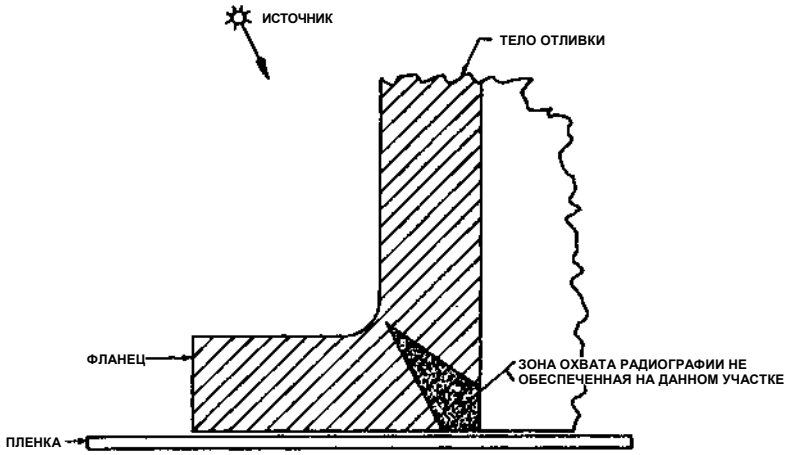
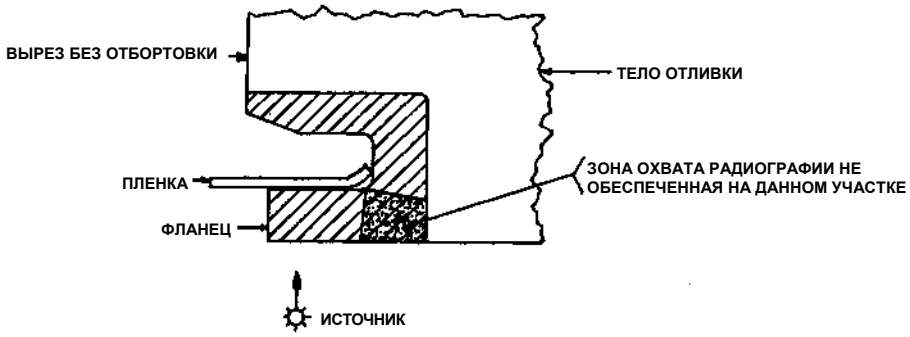


РИС. X2.1 ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА И ПЛЕНКИ



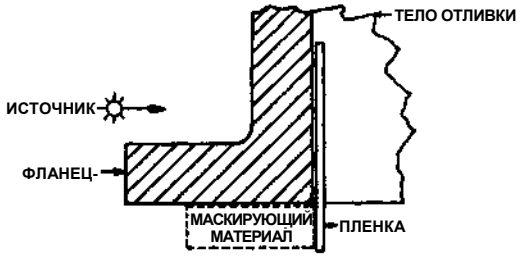
ПРИМЕЧАНИЕ — Для общего применения, данное расположение обеспечивает наиболее эффективное сочетание качественной радиографии максимально возможной зоны охвата.

РИС. X2.2 ДОПУСКАЕМОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА И ПЛЕНКИ, ЕСЛИ РИС. X2.1 НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ПРИМЕНЕНО ВВИДУ ГЕОМЕТРИИ ОТЛИВКИ



ПРИМЕЧАНИЕ – Данное расположение обеспечивает подходящую альтернативу в случае, когда другие элементы отливки (бобышки, фланцы и др.) выступают на траекторию лучей, как показано на рис. X2.2, когда используется данное расположение, следует ожидать и отметить соответственно в RSS дополнительные потери зоны охвата (в отличие от рис. X2.1).

РИС. X2.3 ДОПУСКАЕМОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКА И ПЛЕНКИ, ОПРЕДЕЛЯЕМОЕ В СООТВЕТСТВИИ С ЭНЕРГИЕЙ ИСТОЧНИКА И ДИАПАЗОНОМ ПЛОТНОСТИ ПО КРИТЕРИЯМ ПРИЕМКИ МНОГОПЛЕНОЧНОЙ ТЕХНИКИ



ПРИМЕЧАНИЕ — Данное расположение допускается, если энергия источника излучения и возможности загрузки нескольких пленок достаточны для обеспечения соответствия требованиям техники, предусмотренным в данном документе. данное расположение обычно требует использования фильтров или маскировки для снижения влияния излучения, что вызывает искажение элементов при экспонировании более толстых участков и уменьшает общее качество радиографии.

РИС. X3.1 УЧАСТКИ, ВКЛЮЧАЮЩИЕ ФЛАНЦЫ

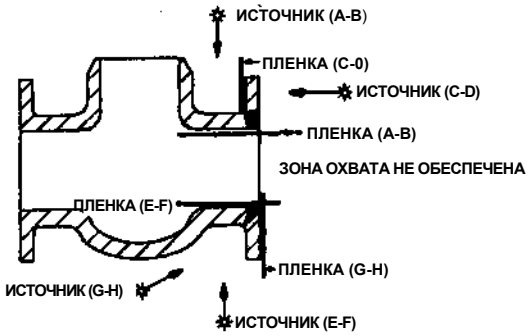
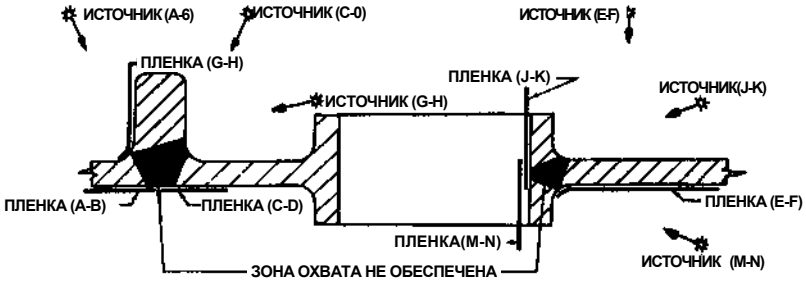


РИС. X3.2 УЧАСТКИ, ВКЛЮЧАЮЩИЕ ДРУГИЕ СОЕДИНЕНИЯ



СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРА ФОКУСА ПРОМЫШЛЕННОГО ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ ИРИДИЙ-192

SE-1114

(Аналогично ASTM Specification E 1114-03.))

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данный метод испытаний охватывает определение размера фокуса источника излучения иридий-192. Определение основывается на измерении изображения металлического источника иридия на проекционной радиограмме узла источника и сравнении с размерами изображения контрольного образца на той же самой радиограмме.

1.2 *В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности, если таковые имеются, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.*

2. СООТВЕТСТВУЮЩАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 999 Руководство по контролю за качеством обработки промышленной радиографической пленки.

E 1316 Терминология неразрушающего контроля (Terminology for Nondestructive Testing)

E 1815 Метод испытаний для классификации систем пленки для промышленной радиографии. (Test Method for Classification of Film Systems for Industrial Radiography)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 См. определение терминов, относящихся к данному методу испытаний, в Терминологии E 1316 (Terminology E 1316).

4. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

4.1 Одним из факторов, влияющим на качество радиографического изображения, является геометрическая нерезкость. Степень нерезкости зависит от размера фокуса источника, расстояния между источником и исследуемым объектом и расстояния от изучаемого объекта до пленки. Данный метод исследования позволяет пользователю определить размер фокуса источника и использовать данный результат для установления расстояния от источника до объекта и от объекта до пленки, требующегося для соблюдения необходимой геометрической нерезкости.

5. АППАРАТУРА

5.1 *Испытуемый источник иридий-192,* фокусный размер которого требуется определить. Также требуется аппаратура и оборудование для безопасного хранения, обращения и манипулирования испытуемым источником, такая как радиографическое экспонирующие устройство (также называемое проектором гамма лучей или камерой), пульт дистанционного управления, ампулопровод источника и ограничитель источника.

5.2 *Контрольный образец (см. Рис. 1, 2, и 3)* — Контрольный образец должен быть выполнен из нерадиоактивного материала. Рекомендуемый материал – иридий. Тем не менее, могут также использоваться материалы со схожими свойствами непроницаемости к ионизирующему излучению, такие, как платина, вольфрам и проч. Образец должен иметь ту же геометрическую форму, что и испытуемый источник, примерно одинаковый с испытуемым источником размер и должен быть расположен на или в пределах прокладки или конверта для имитации капсульной стенки источника. Получаемый радиографический контраст по отношению к прилегающей плотности фона изображения контрольного образца должен быть примерно таким же, как и у испытываемого источника. Фактические размеры контрольного образца должны определяться с точностью до 0,025 мм (0,001 д.).

5.3 *Генератор рентгеновского излучения,* способный выдавать интенсивность излучения (рентген в час на один метр), по крайней мере, в 10 раз большую чем, интенсивность, выдаваемая испытуемым источником. Примеры выходной мощности типового генератора рентгеновских лучей, соответствующего данному критерию, приведены в Таблице 1.

5.4 *Пленочные системы* — Должны использоваться только пленочные системы, одобренные компетентной технической организацией, или отвечающие требованиям

РИС. 1 КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ В СТАНДАРТНОЙ КАПСУЛЕ ИСТОЧНИКА

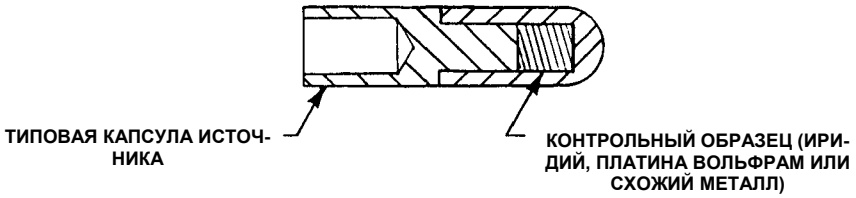


РИС. 2 АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА

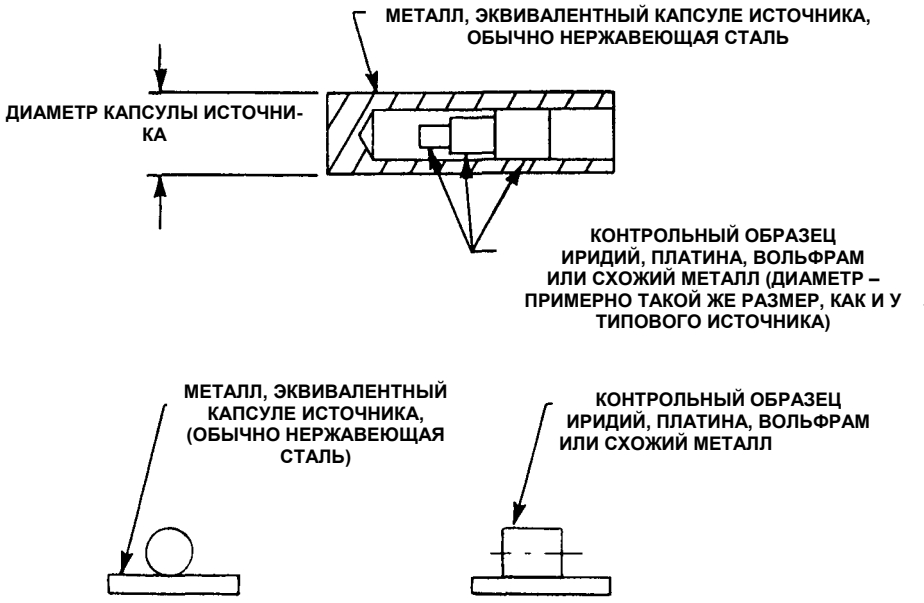


РИС. 3 АЛЬТЕРНАТИВНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА

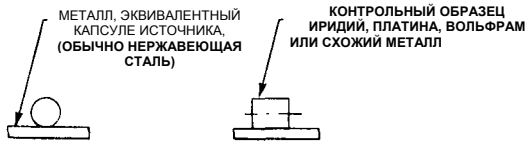


ТАБЛИЦА 1
ПРИМЕРЫ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ ТИПОВОГО ГЕНЕРАТОРА РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСТОЧНИКА ИРИДИЙ [192]

Излучение испытываемого источника иридий [192]			Выходная мощность типового генератора рентгеновских лучей Требования	
Активность (Кюри)	Выходная мощность (Rh на 1 м)		Потенциальная	Текущая
30	14.4		160 кВ	5 мА
		или	200 кВ	3 мА
100	48.0		160 кВ	10 мА
		или	250 кВ	4 мА
200	96.0		160 кВ	20 мА
		или	250 кВ	8 мА
		или	300 кВ	6 мА

РИС. 4 ТИПОВАЯ СХЕМА ЭКСПОЗИЦИИ

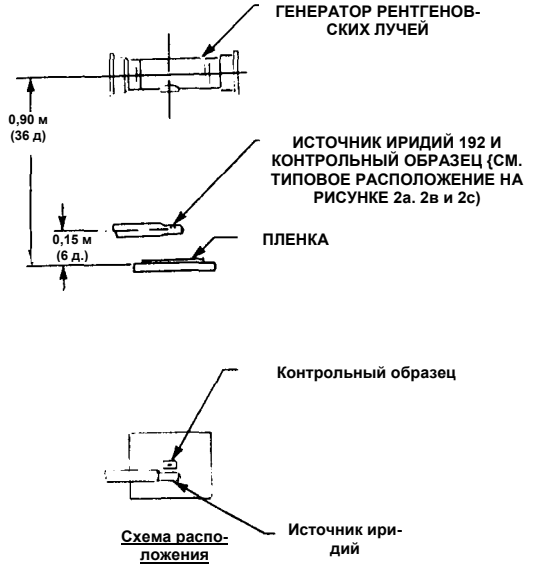


РИС. 5 ТИПОВОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО АМПУЛОПРОВОДА

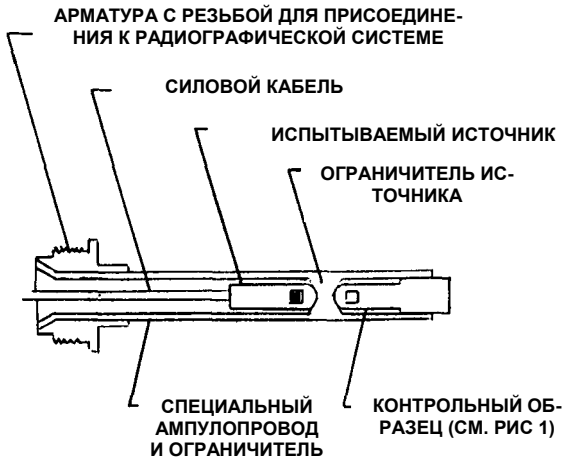
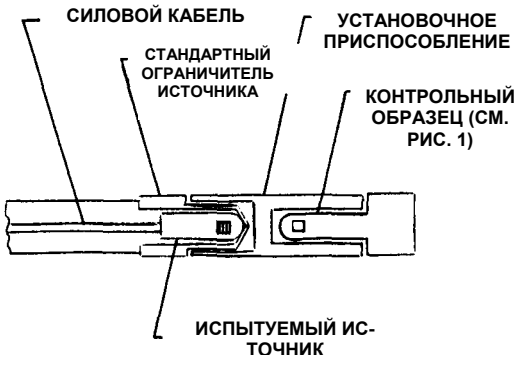


РИС. 6 ТИПОВОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНОГО АМПУЛОПРОВОДА И СПЕЦИАЛЬНОГО УСТАНОВОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ



к классу системы по Методу испытаний E 1815 (Test Method E 1815), для классов систем I, II, или Специального. Выбор пленочной системы должен определяться такими факторами, как требуемый уровень качества радиографии, возможности оборудования, материалы и проч. Выбранная пленочная система должна позволять получать требуемое качество изображения. Усиливающие экраны не должны быть использованы. Радиографические пленки должны проходить обработку согласно Руководству E 999 (Guide E 999).

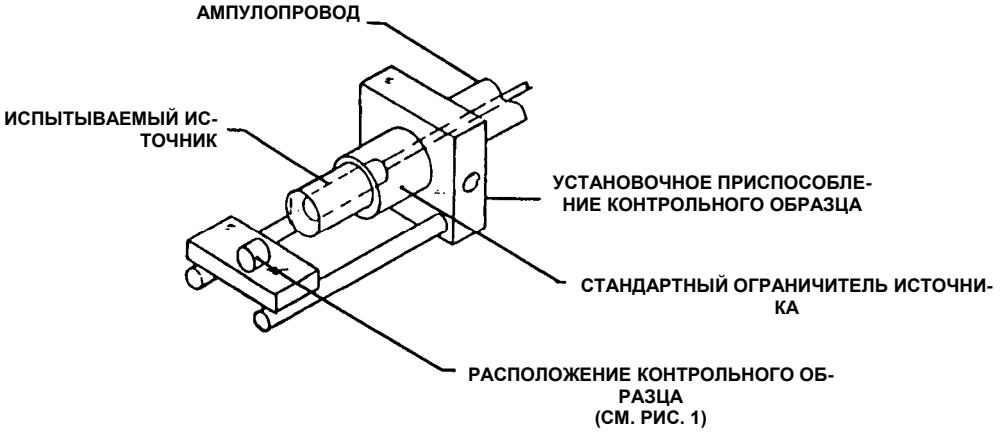
5.5 *Аппарат для измерения изображения* — Данный аппарат используется для измерения размера изображения фокуса. Аппарат представляет собой оптический компаратор со встроенной окулярной шкалой с делениями 0.1 мм или 0.001 д. и увеличением от 5X до 10X.

6. ПРОЦЕДУРА

6.1 Определите схему экспозиции, как показано на рисунках 4, 5, 6, и 7. Поместите рентгеновскую трубку прямо над центром пленки. Плоскость пленки должна находиться под прямым углом к центральному лучу рентгеновского пучка. Рентгеновское фокальное пятно должно быть на расстоянии 0.90 м (36 д.) от пленки. Поместите контрольный образец и аппарат, используемый для расположения испытываемого источника (ограничитель источника) как можно ближе друг к другу и непосредственно над центром пленки. Плоскость ограничителя источника и контрольный образец должны быть расположены параллельно с пленкой и под прямым углом к центральному лучу рентгеновского пучка. Ограничитель источника и контрольный образец должны быть расположены на расстоянии 0.15 м (6 д.) от пленки. Ограничитель источника должен быть присоединен к радиографическому экспонирующему устройству посредством предельно допустимого короткого ампулопровода с целью минимизации вуали изображения во время прохождения источника.

6.2 Поместите изображаемые на пленке маркировочные знаки для идентификации (минимум) (серийного

РИС. 7 ТИПОВОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТАНОВОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА



номера) испытываемого источника, размера контрольного образца, идентификации организации, осуществляющей испытания, и даты испытания. Необходимо с особой тщательностью позаботиться о том, чтобы изображение испытываемого источника и контрольного образца не накладывались на изображение маркировочных знаков.

6.3 *Экспонирование* — Выберите потенциал рентгеновской трубки (кВ), ток рентгеновской трубки (мА) и время экспонирования таким образом, чтобы плотность изображения конверта, окружающего контрольный образец, не превышала 3,0, и различие в плотности между изображением контрольного образца и изображением конверта, окружающего контрольный образец, было не менее 0,10.

ПРИМЕЧАНИЕ — Фактические параметры, дающие приемлемые результаты, могут варьироваться в зависимости от использованной рентгеновской установки; могут потребоваться пробные снимки.

6.3.1 Подайте питание на генератор рентгеновского излучения и одновременно переместите испытуемый источник в экспонируемую позицию в ограничителе источника. С целью минимизации вуали пленки важно, чтобы данная процедура была произведена как можно быстрее.

6.3.2 Когда время экспонирования подошло к концу, отключите питание генератора рентгеновского излучения и одновременно верните испытуемый источник в надлежащее экранированное исходное положение.

6.3.3 Обработайте пленку.

7. ИЗМЕРЕНИЕ ФОКАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ

7.1 Просмотрите радиограмму в использованием источника света необходимой интенсивности для обеспечения корректного просмотра. Используя оптический компаратор со встроенной окулярной шкалой с делениями, как описано в 5.5, измерьте линейные размеры изображения фокусного пятна испытываемого источника и контрольного образца. Производите измерения от видимых концов изображения. Производя физические измерения при помощи оптического компаратора, фактические измеренные размеры должны быть указаны по ближайшему делению используемой окулярной шкалы.

РИС. 8 ОДНОРОДНЫЙ КРУГЛЫЙ ЦИЛИНДР ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ

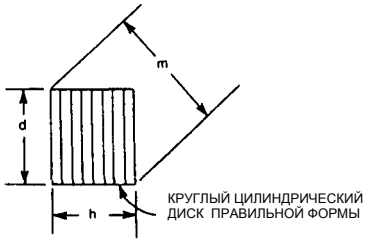
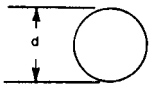


РИС. 9 СФЕРА



7.2 Размер фокуса для определенной техники – это максимальный проецируемый размер источника в плоскости, перпендикулярной к линии, проведенной от источника к изучаемому объекту. Следовательно, должны быть произведены необходимые измерения изображения иридия для определения размера фокуса источника в любой ориентации. Разделы 7.2.1 - 7.2.4 (включительно) служат примером.

7.2.1 *Однородный круглый цилиндр правильной формы* (см. рис. 8) — Определите размер фокуса однородного круглого цилиндра правильной формы посредством измерения диаметра *d,* высоты *h* и диагонали *m,* как показано на рис. 8 и вычисления фактических размеров, как описано в 8.1.

7.2.2 *Сфера* (см. Рис. 9) — Определите размер фокуса сферического источника посредством измерения диаметра *d,* как показано на рис. 9, и вычисления фактических размеров, как описано в 8.1.

РИС. 10 НЕОДНОРОДНЫЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ НАБОР

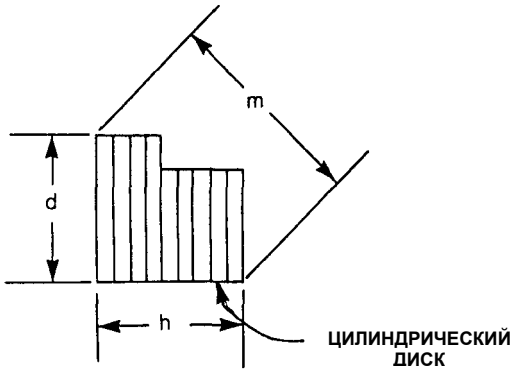
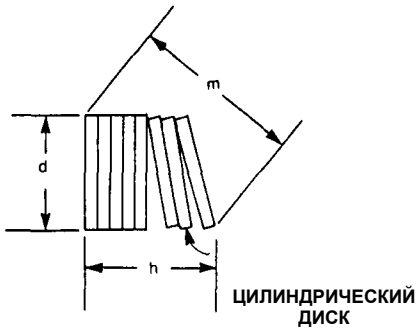


РИС. 11 РАЗДЕЛЕННЫЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ НАБОР



7.2.3 *Неоднородный круглый цилиндр правильной формы* (см. рис. 10) — Определите размер фокуса неоднородного набора круглых цилиндрических компонентов правильной формы источника посредством измерения внутреннего диаметра *d,* высоты *h* и максимальной эффективной размерности m, как показано на рис. 10, и вычисления фактических размеров, как описано в 8.1.

7.2.4 *Раздельный набор круглых цилиндров правильной формы* (см. Рис. 11) — Определите размер фокуса раздельного набора круглых цилиндрических компонентов правильной формы источника посредством измерения внутреннего диаметра *d,* эффективной высоты, и максимальной эффективной размерности *m,* как показано на рис. 11, и вычисления фактических размеров, как описано в 8.1.

8. РАСЧЕТЫ И ОЦЕНКА

8.1 Измерьте изучаемые линейные размеры на изображении испытываемого источника и измерьте те же линейные размеры на изображении контрольного образца (т.е. диаметр каждого). Фактический размер испытываемого источника рассчитывается по следующей формуле:

$$a = \frac{bc}{d}$$

где:

a = фактический размер испытываемого источника,

b = фактический размер контрольного образца,

c = измеренный размер изображения испытываемого источника, и

d = измеренный размер изображения контрольного образца.

9. ОТЧЕТ

9.1 Отчет о размере фокуса источника иридий-192 должен содержать номер модели и серийный номер источника, название организации, производящей испытание, дату проведения испытания, описание формы источника (или надлежащий эскиз) и подсчитанные фактические размеры. К отчету должна прилагаться фактическая радиограмма.

10. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

10.1 цилиндр(ы); размер фокуса; иридий 192; радиографический источник; контрольный образец; сфера

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФОКАЛЬНОГО ПЯТНА ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕНТГЕНОВСКИХ ТРУБОК ПОСРЕДСТВОМ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЧЕРЕЗ ТОЧЕЧНОЕ ОТВЕРСТИЕ ДИАФРАГМЫ

SE-1165

(Аналогично ASTM Specification E 1165-04)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данный метод испытаний содержит указания для определения длины и ширины линейных фокальных пятен промышленных рентгеновских трубок (см. Примечание 1). Определение основывается на измерении изображения фокального пятна, зафиксированного радиографическим методом, при помощи техники получения/проекции изображения посредством точечного отверстия.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Линейные фокальные пятна рассматриваются в связи с вакуумными рентгеновскими трубками, рабочее напряжение которых в обычных условиях не превышает 500 кВ.

1.2 Данный метод исследований может не дать значимых результатов при работе с фокальными пятнами, номинальный размер которых менее 0,3 мм (0,011 д.). (См. Примечание 2.)

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — В контракте с производителем рентгеновских трубок могут быть оговорены номинальные размеры фокальных пятен.

1.3 Данный метод испытаний может также быть использован для определения наличия повреждений фокального пятна и их степени или степени износа, могущих быть вызванными вследствие старения трубки, ее перегрузки и прочих факторов**.** В таком случае было бы необходимо произвести радиограмму фокального пятна (посредством точечного отверстия) с последующим изучением полученного изображения на предмет питтинга, растрескивания и проч.

1.4 Значения в международной системе единиц должны рассматриваться в качестве стандартных. Единицы «дюйм-фунт» указаны исключительно в справочных целях.

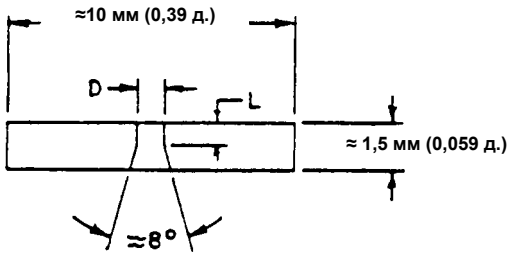
1.5 *В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности, если таковые имеются, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.*

2. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарт ASTM:*

Руководство по контролю качества обработки промышленной радиографической пленки E 999 (E 999 Guide for Controlling the Quality of Industrial Radiographic Film Processing)

РИС. 1 УСТРОЙСТВО ДИАФРАГМЫ С ТОЧЕЧНЫМ ОТВЕРСТИЕМ



3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определение терминов, специфических для данного стандарта.*

3.1.1 *фактическое фокальное пятно* — Область антикатода, производящая рентгеновское излучение при просмотре с позиции перпендикулярно поверхности антикатода (см. Рис. 2).

3.1.2 *эффективное фокальное пятно* — Область антикатода, производящая рентгеновское излучение при просмотре с позиции перпендикулярно оси трубки в центре рентгеновского пучка (см. Рис. 2).

3.1.3 *линейное фокальное пятно* — фокальное пятно, чье проецируемое посредством точечного отверстия изображение состоит главным образом из двух изогнутых линий (см. Рис. 3).

4. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

4.1 Один из факторов, влияющих на качество радиографического изображения, - геометрическая нерезкость**.** Степень геометрической нерезкости зависит от размера фокуса источника излучения, расстояния между источником и изучаемым объектом и расстояния между изучаемым объектом и пленкой. Данный метод испытаний позволяет пользователю определить размер фокуса источника рентгеновского излучения и использовать результаты для установления расстояний от источника до объекта и от объекта до пленки, необходимых для соблюдения надлежащей степени геометрической нерезкости.

РИС. 2 ФАКТИЧЕСКОЕ/ЭФФЕКТИВНОЕ ФОКАЛЬНОЕ ПЯТНО

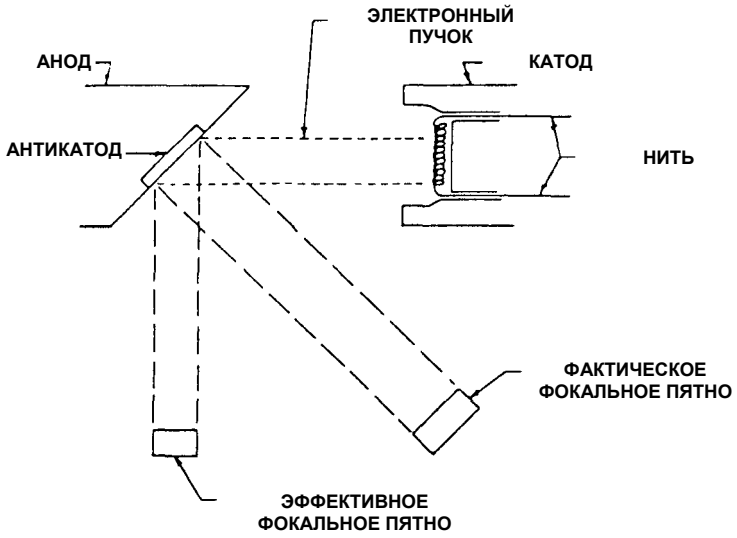
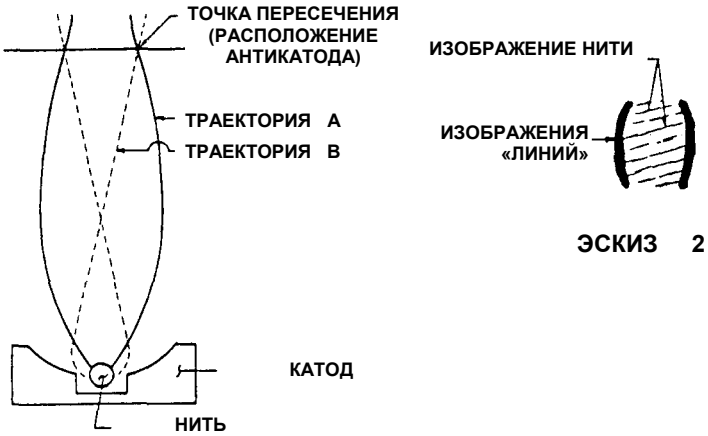


РИС. 3 ЛИНЕЙНОЕ ФОКАЛЬНОЕ ПЯТНО



ЭСКИЗ 2

ЭСКИЗ 1

ПРИМЕЧАНИЕ — При производстве рентгеновских лучей электроны получают ускорение от нити к антикатоду по двум раздельным траекториям (см. Эскиз 1). Электроны, излучаемые передней частью нити, движутся главным образом по Траектории А, а электроны, излучаемые задней частью нити, движутся главным образом по Траектории В. Эти две траектории пересекаются в определенной точке, где размещается антикатод. В результате на изображении фокального пятна посредством точечного отверстия видны две линии, совпадающие с пересечением Траектории А и Траектории В у антикатода. (См. Эскиз 2).

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВУ ДИАФРАГМЫ С ТОЧЕЧНЫМ ОТВЕРСТИЕМ (РАЗМЕРЫ)[A]

Номинальные размеры фокального пятна, мм (д.)[B]	Номинальный диаметр отверстия, мм (д.)	Требуемые размеры "D" и "L", мм (д.)	
		D	L
>0,3 - 1,2 (0,011 - 0,046) включ	0,030 (0,0011)	0,030 ± 0,005 (0,0011 ± 0,0002)	0,075 ± 0,010 (0,0029 ± 0,0004)
>1,2 - 2,5 (0,046 - 0,097) включ	0,075 (0,0029)	0,075 ± 0,005 (0,0029 ± 0,0002)	0,350 ± 0,010 (0,014 ± 0,0004)
>2,5 (0,097)	0,100 (0,0039)	0,100 ± 0,005 (0,0039 ± 0,0002)	0,500 ± 0,010 (0,02 ± 0,0004)

ПРИМЕЧАНИЕ — Диафрагма должна быть изготовлена из одного из следующих материалов:
(1) Сплава 90% золота и 10% платины,
(2) Вольфрама,
(3) Карбида вольфрама,
(4) Сплава вольфрама,
(5) Платины и 10% сплава иридия, или
(6) тантала
[A] См. рис. 3.
[B] Номинальные размеры фокального пятна могут быть получены от производителя рентгеновской трубки.

5. АППАРАТУРА

5.1 *Диафрагма* — Диафрагма должна соответствовать требованиям по устройству и используемым материалам, приведенным в Таблице 1 и на Рис. 1.

5.2 *Камера* — Камера обскура состоит из диафрагмы с точечным отверстием, экранирующего материала, к которому она прикрепляется, и любого механизма, удерживающего экран/диафрагму на месте (зажим, фиксатор, кронштейн, и т.п., см. Рис. 4).

5.3 *Пленка* — Промышленная пленка с очень мелкой зернистостью. Усиливающие экраны использоваться не должны. Пленка должна быть обработана согласно Руководству E 999 (Guide E 999).

5.4 *Аппарат для измерения изображения* — Данный аппарат используется для измерения размера изображения фокуса. Аппарат представляет собой оптический компаратор со встроенной окулярной шкалой с делениями 0,1 мм или 0,001 д. и увеличением от 5x до 10x. (или эквивалентной)

6. ПРОЦЕДУРА

6.1 По возможности используйте стандартное расстояние от фокального пятна до плоскости пленки (РФП) 91,44 см (36 д.) для всех снимков. Если геометрические характеристики механизма или ограниченный доступ не позволяют использовать РФП 91,44 см (36 д.), используйте максимально достижимое РФП (в данных примерах установите относительное расстояние между фокальным пятном, точечным отверстием и пленкой соответственно, так чтобы удовлетворять требованиям коэффициентов увеличения изображения, указанным в Таблице 2). Расстояние между фокальным пятном и точечным отверстием высчитывается, исходя из номинального размера измеряемого фокального пятна и требующейся степени увеличения изображения (см. Рис. 5). Расстояние от фокального пятна до точечного отверстия (РФО) для различных диапазонов номинальных размеров фокусного пятна приведено в Таблице 2. Устанавливайте точечное отверстие так, чтобы отклонение от центральной оси рентгеновского пучка было не более ±1°. На рисунке 6 показана типовая схема экспозиции фокального пятна.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Точность системы точечного отверстия в большой степени зависит от относительного расстояния между (а также совмещения) фокальным пятном, точечным отверстием и пленкой. Соответственно, может возникнуть необходимость в специальной аппаратуре, с целью соответствия вышеизложенным требованиям. На рисунке 7 изображен специальный коллиматор, который может быть использован, для обеспечения соответствия допуску на совмещение в ±1°. Некоторые другие стандарты налагают очень строгие требования по совмещению и выражают данные требования посредством указания радиального допуска. Однако эти документы не указывают каких-либо средств, обеспечивающих соответствие таким допускам. С целью упрощения техники радиографии фокального пятна и усовершенствования практической стороны процедуры, считается, что рабочий допуск совмещения и средство обеспечения соответствия данному допуску является приемлемым. Соответственно, данный стандарт указывает допуски в угловом выражении и приводит метод, обеспечивающий соответствие таким допускам. Данный метод предусматривает практическое средство, позволяющее соответствовать требованиям точности и отклонениям Раздела 9.

6.2 Установите пленку, как показано на Рис. 6. Идентификационная информация по снимку, отображающаяся на пленке (радиографическое изображение), должна включать информацию о рентгеновском аппарате (тип и серийный номер), организации, осуществляющей радиографию и дату исполнения снимка.

6.3 Установите показатели киловольт и миллиампер на рентгеновском аппарате согласно Таблице 3.

6.4 Производите экспонирование пленки таким образом, чтобы плотность самой темной части изображения фокального пятна соответствовала ограничениям, указанным в Таблице 4. Измерение плотности должно соответствовать Рис. 8. Плотность контролируется только посредством длительности экспонирования.

6.5 Обработайте пленку согласно Руководству E 999 (Guide E 999).

РИС. 4 КАМЕРА ОБСКУРА (ТИПОВАЯ)

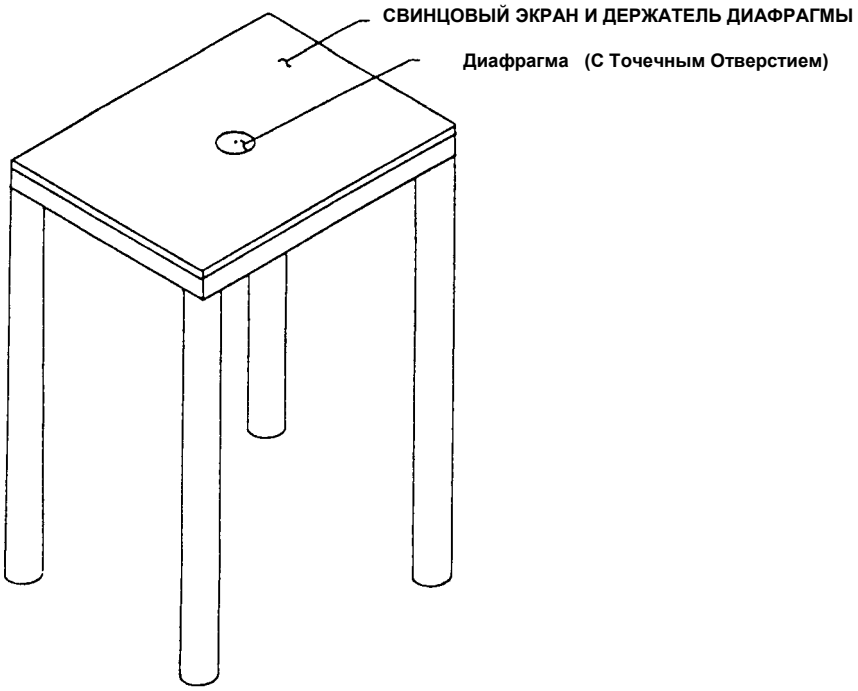


ТАБЛИЦА 2
КОЭФФИЦИЕНТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Номинальный размер фокального пятна, мм (дюйм.)	Коэффициент увеличения	Расстояние между фокальным пятном и точечным отверстием (РФО), см (дюйм.)[A]
0,3 - 1,2 (0,011 - 0,046) вкл	3x	22,9 (9)
>1,2 -2,5 (0,046 - 0,097) вкл	2x	30,5 (12)
>2,5 (0,097)	1x	45,7 (18)

[A] При работе с техникой требующей использования коэффициентов увеличения невозможно установить расстояние от фокального пятна до пленки (РФП) 91,44 см (36 дюймов) (см. 6.1), расстояние между фокальным пятном и точечным отверстием (РФО) должно быть установлено соответственно используемому расстоянию от фокусного пятна до пленки (РФП) [например, при РФП равном 61 см (24 дюймов), РФО должно составлять 15,25 см (6 дюймов) для коэффициента увеличения 3x, 20,32 см (8 д.) для коэффициента увеличения 2x и т. д.].

6.6 Измерение фокального пятна:

6.6.1 Задняя подсветка — Задняя подсветка должна обеспечивать подходящие и удобные условия просмотра изображения фокального пятна.

6.6.2 Установите увеличительную окулярную шкалу (ручной оптический компаратор) в положение непосредственного контакта с пленкой для установления размеров. Представьте прямоугольник со сторонами, проходящими по различимым краям изображения фокального пятна [см. Рис. 9(a)] для измерения крайних точек.

6.6.3 Измерьте изображение фокального пятна в двух направлениях [см. Рис. 9(b)]:

6.6.3.1 Направление A — Параллельно оси трубки.

6.6.3.2 Направление B — Перпендикулярно оси трубки.

7. РАСЧЕТ РЕЗУЛЬТАТОВ

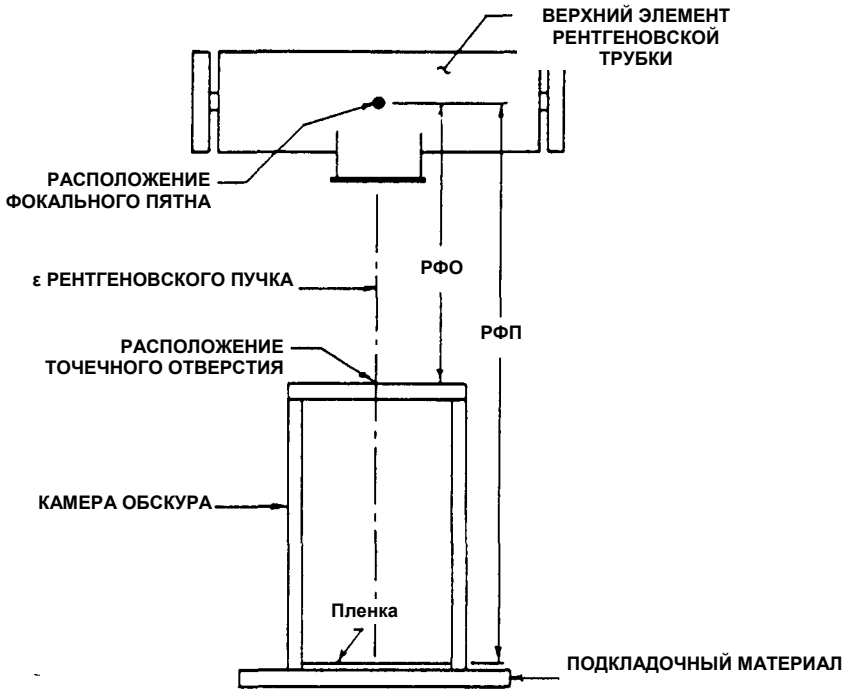
7.1 Умножьте измеренные размеры направления "A" на поправочный коэффициент 0,7 для того, чтобы определить фактический размер "A" (см. Примечание 4 и 5). Измеренный размер "B" является показателем фактического размера.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Необходимость дробного множителя 0,7 для коррекции измеренной длины изображения объясняется тем, что продольное распределение энергии на фокальных пятнах рентгеновских трубок с линейчатым фокусом обычно имеет пик в центре с постепенным ослаблением до нуля по краям. Отсюда, эффективная длина (то есть, результирующий эффект радиографической четкости и распределения плотности пленки) не может считаться равной измеренной длине.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Европейский стандарт EN 12543-2 описывает аналогичный метод измерения фокального пятна (метод точечного отверстия), но не использует поправочный коэффициент "0.7", описываемый в этом стандарте. На момент выхода настоящего издания в ряде случаев EN 12543-2 применяется вне рамок действия E 1165. Международные пользователи данного стандарта должны знать об этом различии для использования их в своей работе.

7.2 Если была использована техника увеличения изображения, разделите размеры направлений "A" и "B" на соответствующий коэффициент увеличения для получения фактических размеров фокального пятна (см. Рис. 5 и Таблицу 2).

РИС. 5 СХЕМА СООТНОШЕНИЯ РФП/РФО



РФП = 91,44 см (36 д.)
РФО = 22,86 см (9 д.) для 3X увеличения
30,48 см (12 д.) для 2X увеличения
45,72 см (18 д.) для 1X увеличения

ПРИМЕЧАНИЕ—См. 6.1 и Таблицу 1 в случае невозможности установления ПФП 91,44 см (36 д.).

ТАБЛИЦА 3
ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ И ТОК

Пиковое напряжение рентгеновского аппарата в кВ	Напряжение для радиографии с фокальным пятном	Ток для радиографии с фокальным пятном
<75 кВ	Максимальное номинальное напряжение	
>75 - 150 кВ	75 кВ	50% максимального допустимого тока при использованном испытательном напряжении
>150 кВ	50% максимального номинального напряжения	

РИС. 6 СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ СЪЕМКИ

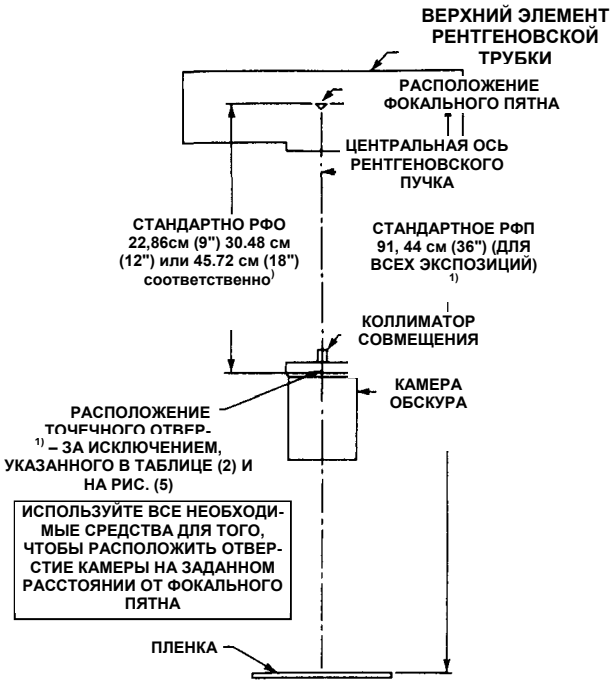
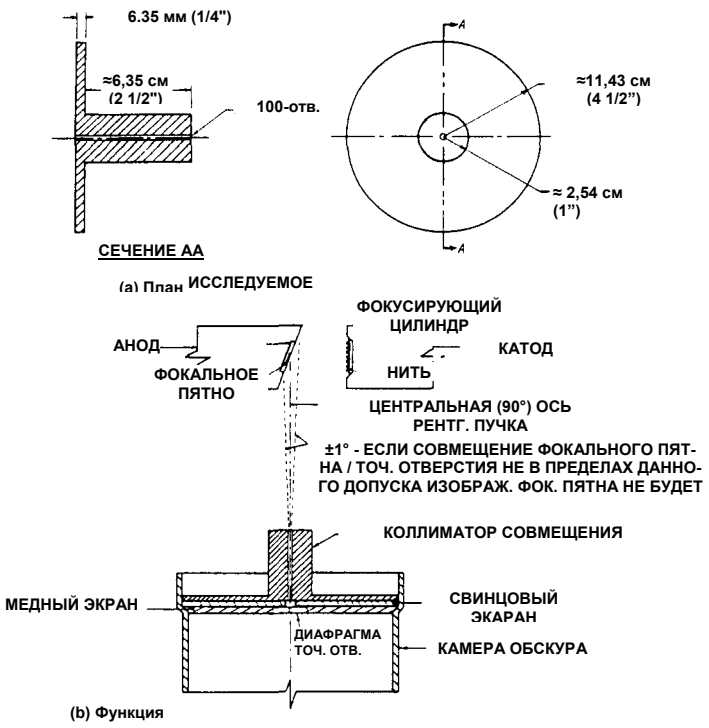


РИС. 7 КОЛЛИМАТОР СОВМЕЩЕНИЯ



8. ОТЧЕТ

8.1 Отчет об определении фокального пятна должен включать номер модели и серийный номер установки, серийный номер рентгеновской трубки, фокальное(ые) пятно(а), которые были измерены (на некоторых установках бывают двойные фокальные пятна), расположение и параметры съемки (например, значения кВ, мА, коэффициенты увеличения и т. п.) дату, название организации и примерное количество часов работы установки (при наличии).

9. ТОЧНОСТЬ И СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

9.1 При выполнении требований, приведенных в настоящем документе, полученные результаты будут иметь следующие допустимые отклонения:

9.1.1 *Техника* — технические требования, указанные в настоящем, позволяют получить изображение фокального пятна, чей размер имеет отклонение ±5% от фактического эффективного размера фокального пятна.

9.1.2 *Измерения* — Требования к измерениям, указанные в настоящем, позволяют получить результаты со следующими допусками:

ТАБЛИЦА 4
ДИАПАЗОН ПЛОТНОСТИ ДЛЯ САМОЙ ТЕМНОЙ ОБЛАСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ФОКАЛЬНОГО ПЯТНА (СМ. РИС. 7)

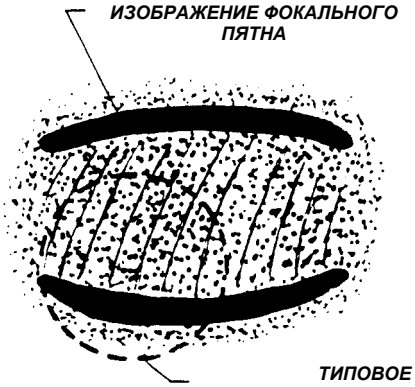
Диаметр диафрагмы денситометра для измерения в проходящем свете, мм (д.)	Для изображений с минимальным размером менее 2 мм. (0,078 дюймов)	Для изображений с минимальным размером менее 2 мм (0,078 дюймов)
1 (0,039)	0,8 – 2,0 ед. плотности	1,0 – 3,0 ед. плотности
2 (0,078)	0,5 –1,8 ед. плотности	1,0 – 3,6 ед. плотности

Номинальный размер фокального пятна, мм (д.)	Допуски измерений
0,3 – 1,2 (0,011 – 0,046) вкл	±30%
>1,2 – 2,5 (0,046 – 0,097) вкл	±25%
>2,5 (0,097)	±20%

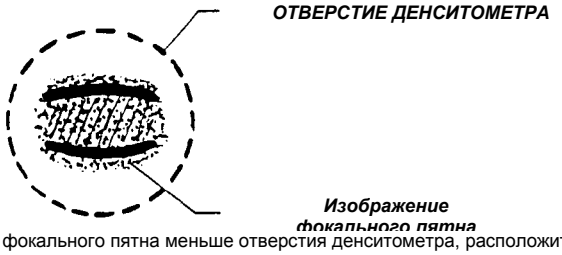
10. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

10.1 фокальные пятна; камера обскура; получение изображения посредством точечного отверстия; рентген; рентгеновская трубка

РИС. 8 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ФОКАЛЬНОГО ПЯТНА

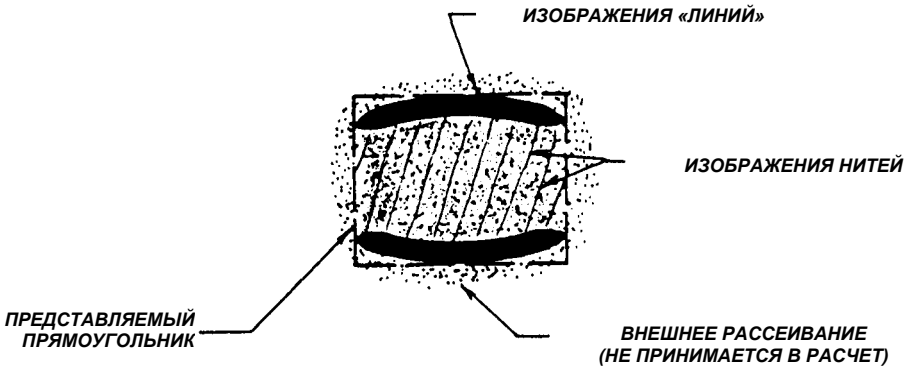


ПРИМЕЧАНИЕ — В случаях, когда изображение фокального пятна больше отверстия денситометра, измерьте плотность в нескольких местах для того, чтобы определить самый темный участок.

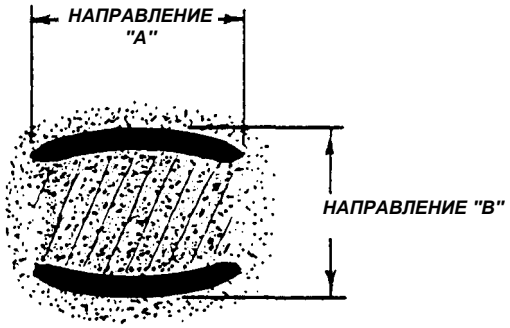


ПРИМЕЧАНИЕ— В случаях, когда изображение фокального пятна меньше отверстия денситометра, расположите изображение фокального пятна в центре области отверстия денситометра.

РИС. 9 ИЗОБРАЖЕНИЕ ФОКАЛЬНОГО ПЯТНА



(a) Представляемый прямоугольник со сторонами, проходящими по различимым краям изображения фокального пятна



(b) НАПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА РАДИОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

SE-1255

07

[Аналогично документу ASTM Specification E 1255-96 (R2002)]

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данная практика содержит подробное описание применения радиоскопического контроля проникающим излучением. Сюда включается динамическая радиоскопия и, в контексте данной методики, радиоскопия, при которой во время съемки испытуемый объект остается неподвижным (называемая статической радиоскопией). Вследствие того, что используемая техника и цели применения радиоскопического контроля сильно варьируются, настоящая практика не имеет целью их ограничить, но рассмотреть общие случаи применения радиоскопии, тем самым, упростив ее использование. См. документы, содержащие дополнительную информацию и руководство в Guides E 94 и E 1000, Terminology E 1316, Practice E 747, Practice E 1025 и Fed. Std. Nos. 21 CFR 1020.40 и 29 CFR 1910.96.

1.2 Основные принципы, обсуждаемые в данной методике, относятся в общем смысле к радиоскопическим системам проникающего излучения. Тем не менее, данный документ специально предназначен для использования с рентгеновскими системами и системами гамма излучения. Другие радиоскопические системы, например, использующие нейтроны, должны предполагать наличие оборудования и информации по применению, относящиеся именно к данным системам.

1.3 *В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности, если таковые имеются, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.* Особые положения по технике безопасности см. в Разделе 8 и Fed. Std. Nos. 21 CFR 1020.40 и 29 CFR 1910.96.

2. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

Руководство по радиографическому контролю M (E 94 Guide for Radiographic Testing)

E 747 Методика проектирования, производства и классификации материалов проволочных эталонов чувствительности, используемых в радиологии. (E 747 Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology)

Руководство по радиоскопии E 1000 (E 1000 Guide for Radioscopy)

E 1025 Методика проектирования, производства и классификации материалов пластинчатых эталонов чувствительности, используемых в радиологии. (E 1025 Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Hole-Type Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology)

Терминология неразрушающего контроля E 1316 (E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations)

2.2 *Стандарт ASNT:*

SNT-TC-1A Рекомендуемая методика аттестации и сертификации персонала НРК (SNT-TC-1A Recommended Practice for Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing)

ANSI/ASNT CP-189 Стандарт аттестации и сертификации персонала НРК (ANSI/ASNT CP-189 Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel)

2.3 *Федеральный стандарт:*

21 CFR 1020.40 Требования по безопасности рентгеновских систем (21 CFR 1020.40 Safety Requirements of Cabinet X-Ray Systems)

29 CFR 1910.96 Ионизирующая радиация (29 CFR 1910.96 Ionizing Radiation)

2.4 *Стандарт Национального Совета по радиационной защите и измерениям* (*National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP)):*

NCRP 49 Проектирование и оценка экранирования конструкций для использования в медицинской области рентгеновских и гамма систем мощностью до 10 Мэв. (NCRP 49 Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X-Rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV)

3. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

3.1 Во множестве различных применений контроля проникающим излучением используется ручная оценка, а также системы автоматического компьютерного радиоскопического контроля. Простейшая система радиоскопического контроля с ручной оценкой может состоять из источника излучения и непосредственно просматриваемого флуоресцентного экрана, помещенного в защитный кожух. Противоположным случаем является использование комплексной автоматизированной системы радиоскопического контроля, состоящей из источника рентгеновского излучения, манипуляционного робота для испытываемого объекта, защитного кожуха, электронной системы определения изображения, невещательной телевизионной системы передачи изображения, цифрового процессора изображения, видеодисплея и системы архивирования цифрового изображения. Контроль над всеми компонентами осуществляется

главным компьютером, на котором также расположено программное обеспечение, необходимое не только для управления системными компонентами, но и для принятия решений о приемке/отбраковке. Системы, находящиеся между указанными крайними случаями, имеющие широкий спектр возможностей, могут быть собраны из имеющихся компонентов. Различные конфигурации систем перечислены в Guide E 1000.

3.2 Данная методика содержит подробное описание применения техник радиоскопического контроля. Тем не менее, для рассмотрения особых областей применения, требуются дополнительные требования. В Приложениях Al и A2 приведены подробные дополнительные требования для правительственных контрактов (Приложение Al) и неправительственных контрактов (Приложение A2).

4. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

4.1 Как и стандартная радиография, радиоскопический контроль широко применяется к любому материалу или исследуемому объекту, через который может пройти и быть распознан пучок проникающей радиации, включая металлы, пластик, керамику, композитные и прочие неметаллические материалы**.** Помимо прочих преимуществ радиографии, радиоскопический контроль может использовать как динамическую технику без использования пленки, позволяющую производить манипуляции исследуемым объектом и оптимизировать параметры получения изображения во время исследования объекта, так и статическую технику без использования пленки, когда исследуемая деталь остается неподвижной по отношению к рентгеновскому пучку. Последние технологические разработки в области проекционного получения изображения, датчиков и цифровой обработки изображения позволяют получить приемлемую чувствительность для различных назначений.

5. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕДУРА

5.1 *Конфигурация системы* — Возможны различные конфигурации систем радиоскопического контроля, важно понять преимущества и ограничения каждой. Важно подобрать оптимальную систему радиоскопического контроля, удовлетворяющую требованиям конкретной задачи, посредством тщательного анализа преимуществ и ограничений, имеющихся в наличии системных компонентов и выбора системной конфигурации. Как поставщик, так и пользователь услуг радиоскопического контроля должны полностью осознавать возможности и ограничения системы радиоскопического контроля, предлагаемой для изучения объекта. Поставщик и пользователь услуг радиоскопического контроля должны определить конфигурацию системы, которая будет использоваться в каждом рассматриваемом случае необходимости радиоскопического контроля, и то, как будет оцениваться ее производительность.

5.1.1 Минимальная конфигурация системы радиоскопического контроля должна включать подходящий источник проникающего излучения, средства для установки объекта внутри пучка излучения, в случае динамической радиоскопии, и систему обнаружения. Система может состоять из непосредственно просматриваемого флуоресцентного экрана с необходимым для защиты персонала экранированием, отвечающим нормам безопасности.

5.1.2 Более сложная система может включать следующие компоненты:

5.1.2.1 Микрофокусную рентгеновскую систему для упрощения получения изображения высокого разрешения;

5.1.2.2 Многокоординатную систему манипуляции исследуемого объекта, для обеспечения динамического, охватывающего весь объем исследуемого объекта манипулирования при помощи джойстика оператором или автоматического программного управления для динамической радиоскопии;

5.1.2.3 Электронная система получения изображения для вывода яркого, двухмерного полутонового изображения исследуемой детали на консоли управления оператора;

5.1.2.4 Цифровая система обработки изображения для улучшения качества изображения и его оценки;

5.1.2.5 Система записи архивированного изображения; и

5.1.2.6 Защитный радиационный кожух с надлежащей защитной блокировкой и системой аварийной сигнализации.

5.1.3 При использовании как сложных, так и простых систем, системные компоненты и используемая для получения заданных результатов конфигурация должны быть тщательно отобраны.

5.2 *Методика:*

5.2.1 Покупатель и поставщик с целью осуществления услуг радиоскопического контроля должны совместно принять письменную процедуру с использованием применимых приложений с дополнительными требованиями, а также принять во внимание следующие общие требования.

5.2.1.1 *Сертификация оборудования* — Перечисление системных параметров, подлежащих сертификации, для подтверждения того, что система позволяет выполнить поставленную задачу.

5.2.1.2 *План сканирования исследуемого объекта* — Перечисление расположений исследуемого объекта, диапазона перемещения и скорости манипуляции, необходимой для осуществления удовлетворительного исследования.

5.2.1.3 *Радиоскопические параметры* — Перечисление всех связанных с источником излучения переменных, могущих повлиять на результаты исследования для выбранной конфигурации такие, как: энергия источника, интенсивность, размер фокального пятна, диапазон расстояний от источника до объекта, диапазон расстояний от объекта до плоскости изображения и расстояния от источника до плоскости изображения.

5.2.1.4 *Параметры обработки изображения* — Перечисление всех переменных обработки изображения, необходимых для улучшения качества изображения, обнаружения деталей исследуемого объекта и достижения необходимого уровня чувствительности. Параметры включают в себя, (помимо всего прочего) такие техники, как подавление шума, усиление контрастности и пространственные фильтры. Необходимо соблюдать осторожность при выборе параметров обработки изображения, зависящих от направления, таких, как пространственная фильтрация, которые могут подчеркнуть характеристики в определенных положениях и подавить их в других.

Перечисление параметров должно также включать указание средств сертификации параметров обработки изображения.

5.2.1.5 *Параметры вывода изображения* — Перечисление техник и интервалов, с которыми они должны применяться для стандартизации видео вывода изображения по яркости, контрастности, фокусу и линейности.

5.2.1.6 *Критерии приемки/отбраковки* — Перечисление ожидаемых дефектов исследуемого объекта и критериев отбраковки для каждого из них.

5.2.1.7 *Оценка условий эксплуатации* — Список сертификационных испытаний и интервалов, с которыми они должны применяться для подтверждения того, что радиоскопическая система соответствует выполняемой задаче.

5.2.1.8 *Требования по архивированию изображений* — Перечисление требований, при наличии таковых, для сохранения истории результатов исследования. Перечисление может включать изображения, сопровождаемые письменной или записанной в электронном виде, буквенной цифровой или аудио информацией, или и тем, и другим типом, достаточной для проведения последующей повторной оценки или повторного проведения исследования.

5.2.1.9 *Аттестация оператора* — Персонал, осуществляющий НРК, должен быть аттестован согласно установленной в данной стране методике аттестации персонала НРК или стандарту такому, как ANSI/ASNT CP-189, SNT-TC-1A, MIL-STD-410, или аналогичному документу, для получения уровня, необходимого для осуществления указанного радиоскопического контроля.

6. РАССМОТРЕНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ РАДИОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

6.1 *Факторы, влияющие на производительность системы* — Общая производительность радиоскопической системы определяется суммарной производительностью входящих в нее компонентов, включающих источник излучения, систему манипулирования (для динамической радиоскопии), систему обнаружения, систему обработки информации, вывод изображения, автоматическую систему оценки, и систему архивации данных исследования.

6.1.1 *Источники излучения* — Несмотря на то, что в радиоскопических системах может быть использован как источник радиоизотопного, так и рентгеновского излучения, в большинстве случаев используется рентгеновское излучение. Это объясняется энергетическим спектром рентгеновского излучения, включающим комбинацию улучшающих контраст длинных длин волн, а также более коротких длин волн, обладающих хорошей проникающей способностью. Рентгеновское излучение настраивается по энергии и интенсивности под конкретные требования исследования, а также имеет дополнительные характеристики безопасности – излучение прекращается при выключении. Источник радиоизотопного излучения имеет преимущества малого физического размера, портативности, простоты и единообразия получаемых результатов.

6.1.1.1 Рентгеновские аппараты производят более интенсивный рентгеновский пучок, происходящий от меньшего фокального пятна, чем радиоизотопные источники. Размеры рентгеновского фокального пятна варьируются в диапазоне от нескольких миллиметров до нескольких микрометров. Уменьшение размера источника приводит к уменьшению геометрической нерезкости, тем самым, улучшая детальную чувствительность. Рентгеновские источники могут позволять использовать множественные и переменные размеры фокальных пятен. Малые фокальные пятна дают более высокое разрешение и позволяют использовать низкую интенсивность рентгеновского пучка, большие фокальные пятна используют большую интенсивность рентгеновского пучка и дают меньшее разрешение. Микрофокусные рентгеновские трубки позволяют использовать фокальные пятна до нескольких микрометров в диаметре, при этом, выдавая рентгеновский пучок необходимой интенсивности, и применяются для радиоскопии сильно детализированных исследуемых объектов.

6.1.1.2 Стандартный размер фокусного пятна 1.0 мм и более применим при низком значении геометрического увеличения близком к 1. Дробные фокальные пятна от 0,4 мм до 1,0 мм применимы при геометрическом увеличении примерно до 2х. Мини-фокусные пятна в диапазоне от 0,1 мм до 0,4 мм используются при геометрическом увеличении примерно до 6 Х. Больший коэффициент увеличения предполагает использование микрофокусных фокальных размеров менее 0,1 мм для минимизации эффекта геометрической нерезкости. Микрофокусные рентгеновские трубки позволяют получить размер фокусного пятна менее 10 микрометров (10^{-8} метров) и используются для геометрического увеличения более 100х.

6.1.2 *Системы манипуляции для динамической радиоскопии* — Система манипулирования исследуемым объектом удерживает исследуемый объект и обеспечивает необходимую степень свободы, диапазон движений и скоростей перемещения с целью помещения исследуемых участков объекта в поле действия пучка излучения так, чтобы получить максимальный отклик системы радиоскопического контроля. В некоторых случаях может оказаться более удобным производить манипулирование источником излучения и системой распознавания вместо манипулирования исследуемым объектом или одновременно с ним. Система манипулирования должна позволять производить плавное подконтрольное перемещение, особенно в случае работы с микрофокусной техникой и большим увеличением, для извлечения наибольшей пользы из динамического аспекта радиоскопии.

6.1.3 *Система распознавания* — Система распознавания является основным элементом. Ее функция заключается в том, чтобы преобразовывать входной сигнал излучения, содержащий информацию об испытываемом образце, в соответствующий оптический или электронный выходной сигнал при сохранении максимального количества информации об исследуемом объекте. Детектор может быть одномерным, позволяющим отображать информацию об объекте в виде одной линии в один момент времени, или двухмерным, позволяющим отображать вид всей плоскости.

6.1.4 *Система обработки информации:*

6.1.4.1 Функция системы обработки информации заключается в получении выходного сигнала датчика и выводе полезного изображения на дисплей для интерпретации оператором или для автоматической оценки. Система обработки информации может принимать различные формы и может обрабатывать аналоговую или цифровую информацию или их комбинацию.

6.1.4.2 Система обработки информации включает всю оптику, электронику и интерфейсы, находящиеся после системы распознавания до дисплея (включительно) и систему автоматической оценки. Информационная система включает такие компоненты, как линзы, оптоволоконную связь, усилители яркости изображения, видеокамеры, процессоры изображения, и, в целом, любое устройство, обрабатывающее данные радиоскопического исследования после системы распознавания.

6.1.4.3 Цифровая система обработки изображения заслуживает специального внимания, так как является средством, при помощи которого осуществляется улучшение качества данных радиоскопического исследования. Необходимо особенно тщательно определять, какая из техник обработки изображения, наилучшим образом подходит для данных конкретных целей. Например, особо внимательно необходимо подходить к работе с техникой пространственной фильтрации по направлениям, так как при подчеркивании одних характеристик, другие подавляются. Многие операции по цифровой обработке изображения осуществляются достаточно быстро для того, чтобы соответствовать зависимым от времени переменным радиоскопической системы, другие – нет. Некоторые операции по обработке изображения требуют значительного времени для получения и обработки изображения, так чтобы ограничить динамический отклик радиоскопического исследования в динамических радиоскопических системах.

6.1.5 *Система автоматической оценки* — В некоторых случаях радиоскопическое исследование может быть полностью автоматизированным, включая принятие решение о приемке/отбраковке посредством компьютерной техники. Отклик системы автоматической оценки различного рода условий исследуемого объекта должны быть тщательно определены в реальных условиях функционирования. Возможность приемки дефектных исследуемых объектов и отбраковки хороших объектов должна быть принята во внимание. Критерии функционирования системы автоматической оценки должны быть совместно определены поставщиком и пользователем услуг радиоскопического контроля.

6.1.6 *Вывод изображения:*

6.1.6.1 Функция вывода изображения заключается в том, чтобы передать радиоскопические данные исследуемого объекта системному оператору. При использовании систем ручной оценки, выводимое изображение используется в качестве основы для приемки или отбраковки исследуемого объекта, в зависимости от результатов расшифровки радиоскопического изображения оператором. Производительность вывода изображения, размер и положение являются важными особенностями радиоскопической системы.

6.1.6.2 При использовании телевизионного представления изображения, вертикальное и горизонтальное разрешение как правило различается. Следовательно, необходимо принимать во внимание влияние растровой ориентации на способность радиоскопической системы распознавать мелкие детали, независимо от ориентации.

6.1.7 *Система архивирования результатов радиоскопического исследования* — Во многих случаях использования радиоскопического исследования требуется наличие архивной записи результатов радиоскопического исследования. Система архивирования может иметь различные формы, некоторые из которых перечислены в пунктах 6.1.7.1 - 6.1.7.11 включительно. Каждая система архивирования имеет свои особенности по качеству изображения, свойствам архивного хранения, оборудованию и стоимости носителей. Система архивирования результатов исследования должна выбираться на основании этих и других релевантных параметров, в соответствии с соглашением между поставщиком и пользователем радиоскопических услуг. Качество воспроизведения архивного метода должно быть достаточным, чтобы продемонстрировать то же качество изображения, что использовалось при сертификации радиоскопической системы.

6.1.7.1 Радиограмма исследуемого объекта на пленке или бумаге, сделанная при тех же условиях, что и изображение радиоскопического исследования;

6.1.7.2 Камера прицельной рентгенографии, используемая для съемки изображения исследования напрямую с выходного сигнала рентгеновского усилителя яркости изображения без ограничений промежуточной телевизионной цепи;

6.1.7.3 Фотография фактического выводимого изображения;

6.1.7.4 Мультиформатная камера, используемая для фотографирования изображения исследования с видео сигнала;

6.1.7.5 Устройство выдачи документальных копий для создания бумажного факсимильного изображения с видео сигнала;

6.1.7.6 Лазерное устройство выдачи документальных копий, используемое для создания пленочного изображения с отсканированного выходного сигнала детектора;

6.1.7.7 Видеомагнитофон, используемый для записи видео сигнала на магнитную пленку; основные характеристики: длительное время записи при видео частоте смены кадров; используется для записи перемещения исследуемого объекта;

6.1.7.8 Цифровая запись на магнитный диск или пленку, используемая для хранения изображения исследуемого объекта в цифровом виде; основные характеристики: ограниченный емкость ЗУ при видео частоте смены кадров, следовательно, ограниченная способность записи движения исследуемого образца в динамических радиоскопических системах;

6.1.7.9 Цифровая запись на оптическом диске или пленку, используемая для хранения изображения исследуемого объекта в цифровом виде; имеет большую емкость, чем магнитный диск или пленка; необходимо принимать в расчет то, что существует два кардинально различных типа носителей: магнитооптический, где радиологические данные могут быть удалены или изменены, и носитель с однократной записью и многократным считыванием (WORM) – наиболее распространенный формат CD-ROM и радиологические данные не могут быть удалены или изменены после записи диска.

6.1.7.10 Электронная цифровая память, такая как ROM (постоянно запоминающее устройство) или EPROM (стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство), имеет относительно ограниченную емкость; и

6.1.7.11 Голограмма, используемая для хранения цифровых данных изображения высокой плотности на пленке с высокой плотностью информации.

6.1.8 *Данные хода исследования* — Запись данных хода исследования должна содержать достаточную информацию для того, чтобы было возможно произвести переоценку или дублирование радиоскопического исследования. Данные хода исследования должны записываться одновременно с изображением радиоскопического исследования и должны быть в письменной форме или в форме аудиозаписи и должны содержать следующую информацию:

6.1.8.1 Обозначение системы радиоскопического исследования, дату испытания, идентификацию оператора, рабочую смену, и прочие важные данные исследования или заказчика;

6.1.8.2 Особые данные по исследуемому образцу: номер детали, партия, серийный номер, и т. д. (в зависимости от обстоятельств);

6.1.8.3 Ориентация исследуемой детали и информация о месте проведения исследования, посредством указания данных координат системы манипуляции или указания уникальных характеристик исследуемой детали в пределах области наблюдения; и

6.1.8.4 Мониторинг производительности системы посредством записи результатов установленных испытаний производительности радиоскопической системы, как указано в Разделе 5, в начале и в конце серии радиоскопических исследований, не выходя за рамки временных пределов, установленных в 6.2.1 для мониторинга производительности системы.

6.2 *Измерение производительности* — Параметры производительности радиоскопической системы должны быть определены в начале использования и должны регулярно подвергаться мониторингу для обеспечения достоверности результатов. Лучше всего производить измерения общей производительности системы во время работы с использованием исследуемого объекта схожего с исследуемой деталью в фактических рабочих условиях. Для этого необходим фактический или симулируемый исследуемый объект или эталонный образец с фактическими или симулируемыми характеристиками, которые должны быть надежно выявляемы. Такой эталонный блок позволит с точностью выявить возможности радиоскопической системы. Стандартные проволочные или пластинчатые эталоны могут использоваться вместо, или совместно с, симулируемым исследуемым объектом или эталонным образцом. Методы измерения производительности должны быть оговорены в соглашении между поставщиком и пользователем радиоскопических услуг.

6.2.1 *Частота измерений производительности* — Техника измерения производительности системы должна быть стандартизирована, так чтобы можно было воспроизводить ее с установленными интервалами. Производительность радиоскопической системы должна оцениваться с достаточной частотностью (установленной в соглашении между поставщиком и пользователем радиоскопических услуг), чтобы минимизировать возможность возникновения зависящих от времени расхождений.

6.2.2 *Измерения при помощи эталонов* — Измерение производительности радиоскопической системы посредством эталонов чувствительности должно соответствовать принятым промышленным стандартам, описывающим использование эталонов. Эталоны должны располагаться на исследуемом объекте как можно ближе к исследуемому участку. При использовании проволочных эталонов также необходимо принимать во внимание то, что радиоскопическая система может обладать ассиметричной чувствительностью. В таком случае ось диаметра проволочки должна быть направлена вдоль системной оси наименьшей чувствительности. Выбор толщины эталона должен производиться в соответствии с толщиной длины траектории радиолучей.

6.2.3 *Измерение при помощи эталонного образца* — Эталонный образец может быть фактическим исследуемым объектом с известными характеристиками, представляющими набор характеристик, которые необходимо выявить, или может быть изготовлен для симуляции исследуемого объекта с необходимы набор выявляемых характеристик. В качестве варианта эталонного образца может использоваться единичный или существующий в нескольких экземплярах стандартный испытательный объект, содержащий известные дефекты, выявленные независимо. Эталонные образцы с известными, естественными дефектами могут использоваться в рамках отдельных задач, но не могу применяться универсально. При необходимости стандартизации двух или более радиоскопических систем, должны использоваться дубликаты эталонного образца. Эталонные образцы должно по возможности наиболее точно воспроизводить исследуемый образец, должны изготовляться из того же материала, иметь схожие размеры и характеристики в исследуемой радиоскопическим методом области. Произведенные эталонные образцы должны содержать характеристики, имеющие размер, не превышающий размер тех характеристик, что должны быть надежно выявлены в фактическом исследуемом образце и в тех местах, где ожидается их появление в фактическом исследуемом объекте. Если характеристики исследуемого объекта являются внутренними, разрешается производить эталонный образец частями. Подробности изготовления и использования эталонного образца оговариваются в соглашении между поставщиком и пользователем радиоскопических услуг.

6.2.3.1 *Использование эталонного образца* — Эталонный образец должен быть помещен в радиоскопическую систему в то же положение, что и фактический исследуемый объект и может перемещаться в том же диапазоне в переделах границ снимка, производимого при помощи динамической радиоскопической системы, что и фактический объект с целью получить максимальный отклик радиоскопической системы на симулируемые дефекты.

6.2.3.2 *Техники радиоскопического контроля* — (энергия пучка, интенсивность, размер фокального пятна, увеличение, параметры цифровой обработки изображения, плоскость сканирования манипулятора динамических радиоскопических систем, скорость сканирования и другие системные переменные) используемые для эталонного образца должны быть идентичными тем, которые используются для фактического контроля исследуемого образца.

6.2.4 *Использование калиброванного контрольного шаблона пары линий и ступенчатого клина:*

6.2.4.1 Калиброванный контрольный шаблон пары линий и ступенчатый клин могут использоваться по желанию для определения и отслеживания производительности радиоскопической системы по пространственному разрешению и контрастной чувствительности**.** Контрольный шаблон пары линий используется для оценки системного пространственного разрешения без дополнительного поглотителя. Ступенчатый клин используется для оценки контрастной чувствительности системы.

6.2.4.2 Ступенчатый клин должен быть выполнен из того же материала, что и исследуемый компонент со ступенями, представляющими 100%, 99%, 98% и 97% толщины самого толстого и самого тонкого сечения исследуемого материала. Более тонкие ступени должны быть смежными со своими соответствующими 100% толщинами сечений с целью облегчения различения минимально заметных ступеней толщины. Другие ступени толщины разрешаются при наличии договоренности между поставщиком и пользователем радиоскопических услуг.

6.2.4.3 Испытания посредством контрольного шаблона пары линий и ступенчатого клина должны проводиться аналогично измерениям производительности при помощи эталона чувствительности или эталонного образца, как описано в 6.2.2 и 6.2.3. Разрешается отрегулировать рентгеновскую энергию и интенсивность для получения приемлемой яркости изображения контрольного шаблона пар линий. При работе с радиоизотопной и рентгеновской генерирующей системой, не позволяющей настроить энергию или интенсивность, возможно добавление дополнительных фильтров на источнике излучения с целью снижения яркости до необходимого уровня. Контрастная чувствительность должна быть оценена на том же самом уровне энергии и интенсивности, которые используются для радиоскопической техники.

6.2.4.4 Система с пространственным разрешением 3 пар линий/мм, с контрастной чувствительностью тонкого сечения 3%, с контрастной чувствительностью толстого сечения 2% может считаться имеющей уровень эквивалентной производительности 3%-2%-3 пл/мм.

6.2.4.5 Контрольный шаблон пары линий и ступенчатый клин могут быть использованы для проведения более частых периодических проверок производительности, чем требуется согласно 6.2.1. Проверки разрешения и контрастной чувствительности должны быть соотнесены с измерением производительности посредством эталона чувствительности и эталонного образца. Это может быть осуществлено посредством оценки системы согласно 6.2.2 и 6.2.3 и непосредственно после этого определения значений эквивалентного пространственного разрешения и контрастной чувствительности.

6.2.5 *Важность надлежащих условий работы* — Условия работы, благоприятные для комфорта и концентрации человека, обеспечат эффективность и надежность исследований, и должны приниматься во внимание при эксплуатации радиоскопических систем с ручной оценкой. Надлежащие условия осуществления дефектоскопии включают такие факторы, как температура, влажность, пыль, освещение, доступ и уровень шума. Надлежащее освещение пониженной интенсивности чрезвычайно важно для обеспечения высококонтрастного без бликового просмотра изображений радиоскопического контроля.

7. РАСШИФРОВКА РАДИОСКОПИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И КРИТЕРИИ ПРИЕМКИ.

7.1 *Расшифровка* — Расшифровка может быть осуществлена либо оператором при использовании ручного метода радиоскопического контроля, либо посредством компьютера и соответствующего программного обеспечения при работе с автоматизированной радиоскопической системой. Может также использоваться смешанный способ, когда компьютер и программное обеспечение предлагают оператору рекомендуемую расшифровку, которая затем подвергается окончательному рассмотрению оператором.

7.2 *Оператор* — Поставщик и пользователь должны в договорном порядке определить квалификацию оператора, включая его обязанности и продолжительность отдыха. В рекомендуемой Практике SNT-TC-1A (Practice SNT-TC-1A) описаны три уровня квалификации персонала НРК, могущие быть полезными для лица, осуществляющего радиоскопический контроль.

7.3 *Критерии приемки/отбраковки* — Критерии приемки/отбраковки оговариваются в контрактном соглашении между поставщиком и пользователем радиоскопических услуг.

8. ЗАПИСИ, ОТЧЕТЫ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИНЯТОГО МАТЕРИАЛА

8.1 Записи и отчеты оговариваются в контрактном соглашении между поставщиком и пользователем. Если существуют требования к архивированию записи исследования, см. пункт 6.1.8, где описано, какая необходимая информация должна быть частью архивной записи исследования.

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

9.1 Процедура радиоскопического контроля должна осуществляться с соблюдением техники безопасности, ограждающей персонал от получения доз радиации, сверх того, что разрешено нормами компании, города, штата или государства. Руководством по радиационной технике безопасности должны быть рекомендации Национального комитета по защите от радиоактивных излучений (National Committee on Radiation Protection).

10. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

10.1 аналоговый; детектор; цифровой; дисплей; исследование; изображение; манипулятор; процессор; радиоскопия; источник

ПРИЛОЖЕНИЯ

(Обязательная информация)

AL. КОНТРАКТЫ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ, ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

A1.1 *Область применения*

A1.1.1 *Назначение* — Данное приложение должно использоваться в связи с Практикой E 1255 (Practice E 1255) и MIL-STD-453. Приложение разрешает, а так же дает указания по поводу использования радиоскопического контроля на материалах, компонентах и сборочных единицах, если таковое предусмотрено контрактными документами. Требования к радиоскопии, описанные в настоящем, позволяют использовать радиоскопию для решения новых задач, а также с целью замещения радиографии в тех случаях, когда посредством радиоскопии может быть получен больший охват, пропускная способность или лучшие условия с точки зрения экономики, при условии наличия удовлетворительного уровня качества изображения.

A1.1.2 *Применение* — В данном приложении приведены указания по письменной практике, требуемой согласно пунктам 3.2 и 5.2.1 Практики E 1255 (Practice E 1255). В случае конфликта требований настоящего приложения и каких-либо требований в Практики E 1255 (Practice E 1255), Приложение Al (Annex Al) имеет преимущественную силу. Требования настоящего приложения предназначены для осуществления контроля качества радиоскопического исследования, а не для того, чтобы определить критерии приемки/отбраковки исследуемого объекта. Критерии приемки/отбраковки приведены в других контрактных документах.

A1.2 *Справочные документы*

A1.2.1 В дополнение к документам, реферируемым в Практике E 1255 (Practice E 1255), следующие стандарты также являются применимыми в той мере, в которой это предусмотрено в настоящем.

A1.2.2 *Стандарты ASTM:*

E 1411 Практика для аттестации радиографических систем (E 1411 Practice for Qualification of Radiographic Systems)

E 1453 Руководство по хранению носителей информации, содержащих аналоговые или цифровые радиографические данные (E 1453 Guide for Storage of Media That Contains Analog or Digital Radiographic Data)

A1.2.3 *Военные стандарты:*

MIL-STD-410 Квалификация и аттестация персонала НРК (MIL-STD-410 Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification)

MIL-STD-453 Проверка, радиография (MIL-STD-453 Inspection, Radiographic)

DOD-STD-2167 Разработка программ оборонных систем (DOD-STD-2167 Defense System Software Development)

A1.2.4 *Стандарт Американского общества сварочной техники:*

ANSI/AWS 3.0 Сварочные термины и определения (ANSI/AWS 3.0 Welding Terms and Definitions)

A1.2.5 *Правительственные стандарты* — Если иное не указано, издание этих документов такие, как перечислены Оборонном индексе спецификаций и стандартов (Defense Index of Specifications and Standards (DOD-ISS)) и его приложениях, упоминаемый в контрактных документах.

A1.2.6 *Порядок преимущества* — В случае наличия конфликта между текстом данного документа и источников, указанных в A1.2.2, данный документ должен иметь преимущественную силу. Тем не менее, ничто из сказанного в данном документе не должно заменять собой действующее законодательство, за исключением случаев предоставления иммунитета соответствующими уполномоченными органами.

A1.3 Терминология

A1.3.1 *компонент* — исследуемая деталь или детали, описанные, собранные или обработанные в той мере, в которой это обозначено в чертеже.

A1.3.2 *подрядная организация* — генеральный подрядчик, субподрядчик или правительственная организация, заказывающая радиоскопические услуги.

A1.3.3 *Контрактные документы* — контракт заказа и все чертежи, спецификации, стандарты и другая информация, включенная или указываемая в качестве ссылок в контракте заказа.

A1.3.4 *обязательное радиоскопическое исследование* — те радиоскопические исследования, которые являются часть радиоскопических исследований, указанных в контрактных документах.

A1.3.5 *Организация НРК* — организация, отвечающая за предоставление услуг НРК.

A1.3.6 *необязательное радиоскопическое исследование* — те радиоскопические исследования, которые проводятся в целях проверки процесса и в информативных целях, но не являются частью требуемого контроля, указанного в контрактных документах.

A1.3.7 *генеральный подрядчик* — подрядчик, отвечающий за контроль проектирования и доставку министерству обороны систем/оборудования, такого как самолеты, двигатели, суда, танки, транспортные средства, оружие и ракеты, системы наземной связи и электронные системы, средства наземного обеспечения и испытательное оборудование.

A1.3.8 *исследуемый объект* — материал, компонент и сборочная единица, являющаяся предметом радиоскопического исследования.

A1.3.9 *письменная процедура* — в радиоскопии – серия шагов, которые необходимо выполнять в определенной установленной последовательности. Оператор радиоскопической системы соблюдает письменную процедуру для получения желаемого результата и уровня качества изображения при выполнении радиоскопического исследования. Разработка радиоскопической техники обычно предшествует подготовке письменной процедуры.

A1.3.10 Другие определения, не указанные в настоящем, должны соответствовать указанным в Терминологии E 1316 (Terminology E 1316).

A1.4 Общие требования

A1.4.1 *Сертификация оборудования* — Сертификация радиоскопической системы должна проводиться согласно Практике E 1411 (Practice E 1411) и предпочтительно при помощи эталона чувствительности с дефектами, сходными с изучаемыми. Стандартный эталон чувствительности описан в MIL-STD-453.

A1.4.2 *Квалификация персонала* — Персонал радиоскопического контроля должен быть квалифицирован и аттестован согласно общим требованиям MIL-STD-410, если специальные требования для радиоскопии не включены. Сертификация радиоскопической системы, разработка техники проведения радиоскопического исследования, планы сканирования и общее применение радиоскопического контроля согласно данному приложению должно контролироваться квалифицированным специалистом MIL-STD-410 Уровня III с дополнительным образованием и опытом в области радиоскопии или совместно с сотрудником, имеющим образование и опыт в области радиоскопического контроля.

A1.4.3 *Безопасность* — Проведение радиоскопического контроля не должно представлять опасности для персонала или собственности. Необходимо соблюдать действующие федеральные, региональные и местные требования безопасности труда. Все радиоскопические процедуры должны осуществляться с соблюдением норм безопасности, при которых никто из задействованного персонала не должен подвергаться облучению, и ни при каких условиях не должны выхолить за рамки федеральных, региональных и местных ограничений.

A1.4.4 *Архивная запись обязательного радиоскопического исследования* — Если таковое требуется по контрактному соглашению, запись радиоскопического исследования должна содержать результаты обязательного радиоскопического исследования. Запись радиоскопического исследования должна быть архивирована надлежащим образом на период времени не менее пяти лет, начиная со дня проведения исследования или на иной срок, оговоренный в контрактных документах. В течение всего периода хранения запись радиографического исследования должна быть доступна для эффективного воспроизведения. Запись радиоскопического исследования должна содержать информацию об исследуемом объекте (посредством указания серийного номера или иным способом) или номере партии или лота, при групповом контроле. Обязательные радиоскопические исследования должны быть указаны в контрактных документах. Дополнительные радиоскопические исследования не указываются в контрактных документах.

A1.4.4.1 *Запись радиоскопического исследования* — Запись радиоскопического исследования для обязательных исследования должна содержать письменные результаты радиоскопического исследования и радиоскопическое изображение, при использовании какого-либо изображения в качестве основания для приемки/отбраковки. Записываемое радиоскопическое изображение должно сопровождаться дополнительной информацией, которая может потребоваться для последующего автономного пересмотра результатов радиоскопического исследования и, при необходимости, для повторного проведения радиоскопического исследования.

A1.4.4.2 *Носители изображения* — Радиоскопическое изображение должно быть записано на носитель, соответствующий требованиям радиоскопического исследования. Записанное изображение должно отображать зону изучения таким образом, чтобы эксперт мог подтвердить, что все зоны были охвачены. Записанное радиоскопическое изображение должно иметь качество, по меньшей мере, равное тому, на которое сертифицирована система. Носитель информации должен позволять сохранять неизменное качество изображения в течение необходимого срока хранения или не менее чем в течение пяти лет со дня произведения записи. Запись изображений должна находиться в рабочем состоянии на протяжении периода хранения записи, начиная со дня записи последнего изображения.

A1.4.4.3 *Условия хранения носителей информации* — Хранение и обращение с носителями информации должно осуществляться согласно Руководству 1453 (Guide E 1453).

A1.4.5 *Эталоны чувствительности* — Необходимо тщательно подбирать эталоны для демонстрации возможности системы обнаруживать несплошности и другие характеристики. Пластинчатые эталоны MIL-STD-453, Practice E 1025, и проволочные эталоны Practice E 747 и эталонные образцы с фактическими или симулируемыми дефектами, подходящие в данном конкретном случае, считаются приемлемыми, за исключением случаев, когда определенный тип эталона установлен контрактным документом. Выбранный эталон или эталонный образец должны быть детально описаны в письменной процедуре. Эталон или эталонный образец могут не потребоваться для следующих радиоскопических исследований:

A1.4.5.1 При проведении радиоскопии для проверки качества удаления дефекта или шлифовки, при проведении исследования на окончательную приемку используется эталон;

A1.4.5.2 Исследование для выявления особенностей материала или контраста между двумя или более разнородными материалами, в деталях компонентов и сборных узлах, включая пористые области для выявления неоднородности или присутствия или отсутствия материала;

A1.4.5.3 Исследование электронных компонентов на предмет загрязнения, незакрепленных или отсутствующих элементов, наличия частей припоя, поврежденных или неправильно установленных проводов или соединителей и герметизированных сборных узлов на предмет поврежденных внутренних компонентов или отсутствующего герметизирующего компаунда;

A1.4.5.4 необязательные радиоскопические исследования; и

A1.4.5.5 там, где использование эталонов является непрактичным или неэффективным может быть использован альтернативный метод**,** при условии получения одобрения от подрядной организации.

A1.4.6 *Классификация зон исследуемого объекта для радиоскопии* — Классификация исследуемых объектов на зоны для различных критериев приемки/отбраковки должна быть определена в контрактных документах.

A1.5 Подробные требования

A1.5.1 Сертификация применения:

A1.5.1.1 *Новые применения* — Радиоскопия может использоваться по необходимости для решения новых задач исследования, при условии соблюдения требований работы системы, включая качество изображения.

A1.5.1.2 *Замещение существующих применений радиографии* — При получении согласия от представителя заказчика, радиоскопия может использоваться для замещения или в качестве дополнения к существующим применениям радиографий, при условии, что результаты радиоскопии надлежащим образом соотносятся с результатами, полученными на рентгеновской пленке, согласно MIL-STD-453. Надлежащее соотношение означает, что радиоскопические изображения и изображения на пленке имеют одинаковую чувствительность к интересующим характеристикам исследуемого объекта.

A1.5.2 *Письменная процедура* — Организация НРК несет ответственность за разработку письменной процедуры радиоскопического исследования для обеспечения эффективного и воспроизводимого радиоскопического исследования объекта. План сканирования исследуемого объекта для динамических радиоскопических систем, отвечающий требованиям Практики E 1255 (Practice E 1255) (см. 5.2.1.2), должен быть включен в письменную процедуру. Те части контрактных документов, которые подробно описывают радиоскопическое исследование, должны стать приложением к письменной процедуре. Письменная процедура должна быть одобрена на Уровне III организации НРК. При необходимости письменная процедура должна быть одобрена подрядной организацией до начала использования. Письменная процедура должна включать следующий минимум информации:

A1.5.2.1 Чертеж, эскиз или фотографию компонента, показывающий ось пучка излучения, расположение(ия) детектора и применяемый эталон чувствительности для всех вариантов ориентации исследуемого объекта и энергии пучка. Данное требование может быть выражено в координатах для автоматизированных систем, имеющих калиброванные системы манипуляции;

A1.5.2.2 Физическое описание исследуемого объекта, включая размер, толщину, вес и состав;

A1.5.2.3 Классификация исследуемого объекта на зоны для радиоскопии;

A1.5.2.4 Маскирование исследуемой детали, если таковое используется, для каждого требующегося просмотра;

A1.5.2.5 Коллимация дополнительного источника излучения, выражаемая в размерах радиационного поля на исследуемом объекте со стороны источника**,** для каждого требующегося просмотра;

A1.5.2.6 Поле обзора детектора для каждого требующегося просмотра;

A1.5.2.7 Настройки диафрагмы детектора, выражаемые в единицах поля обзора на детекторе для каждого требующегося просмотра;

A1.5.2.8 Допустимый диапазон энергии излучения и тока пучка или интенсивности источника и фокальных пятен или размеров источника для каждого требующегося просмотра;

A1.5.2.9 Фильтрация дополнительного пучка, если таковая используется, для каждого требующегося просмотра;

A1.5.2.10 Геометрия и зона охвата проверки для каждого требующегося просмотра;

A1.5.2.11 Тип используемого эталона чувствительности и эталонного образца и требуемый уровень качества;

A1.5.2.12 Все настройки аппаратуры и программного обеспечения, которые могут быть изменены оператором и влияющие на результаты радиоскопического исследования. Такие настройки включают, помимо всего прочего, настройками видео камеры и дисплея и переменными процессора изображений; и

A1.5.2.13 Носитель информации и формат хранения изображения для обязательного хранения радиоскопического изображения.

A1.5.3 *Контроль исследуемого объекта* — Количество исследуемых объектов и необходимая для каждого объекта зона охвата должны быть указаны в контрактных документах. Если таковое не указано, все исследуемые объекты должны иметь 100% область радиоскопического охвата, как описано в письменной процедуре.

A1.5.4 *Качество изображения* — Если иного не указано в контрактных документах, требуемый уровень качества изображения 2-2T. Оценка качества изображения должна осуществляться с использованием тех же системных параметров, что и при проверке и которые зафиксированы в письменной процедуре.

A1.5.4.1 Эталон может быть помещен на исследуемый объект или на монтажный блок, непосредственно на месте расположения исследуемого объекта или рядом, в соответствии с требованиями MIL-STD-453. Если поле радиоскопического обзора является небольшим или размещение эталона в поле обзора исследуемого объекта и перпендикулярно пучку излучения является невозможным, изображение эталона может быть получено непосредственно до и после радиоскопического исследования объекта. Нет необходимости получения изображения эталона между одинаковыми деталями одной серии, по усмотрению Уровня III. Результаты радиоскопического исследования считаются недействительными, если изображения эталона, полученные до и после, не демонстрируют требуемую чувствительность. Изображения эталона до и после должны считаться частью изображения исследуемого объекта для расшифровки и архивирования.

A1.5.4.2 С письменного разрешения подрядной организации, вместо указанных эталонов могут быть использованы другие эталоны или эталонные блоки с естественными или искусственными дефектами.

A1.5.5 *Сертификация радиоскопической системы* — Радиоскопическая система, включая обязательные устройства архивирования радиоскопических изображений, должна быть сертифицирована на уровень качества изображения, необходимый для контроля исследуемого объекта. Первичная сертификация радиоскопической системы должна производиться согласно Практике E 1411.

A1.5.6 *Повторная квалификация радиоскопической системы* — Радиоскопическая система, включая обязательные устройства архивирования радиоскопических изображений, должна проходить периодическую повторную сертификацию с частотой, достаточной для обеспечения необходимого уровня производительности радиоскопической системы. Каждая повторная сертификация должна проводиться согласно Практике E 1411 (Practice E 1411).

A1.5.7 *Контроль изображения* — Производительность радиоскопической системы должна проверяться в начале каждого дня производственного использования посредством методов и устройств, использованных первично для сертификации письменной процедуры. Для регистрации всех изменений производительности системы, требующих изменений системных параметров, и указания произведенного обслуживания оборудования должен вестись журнал. Повторная сертификация системы требуется в том случае, если имеет место несоответствие требованиям по качеству изображения.

A1.5.8 *Ремонт радиоскопической системы* — Ремонт или замена основных компонентов радиоскопической системы, включая (но не ограничиваясь) источник излучения, подсистемы формирования, передачи, обработки и вывода на экран изображений, должны являться основанием для повторной сертификации системы. Интервал между повторными сертификационными испытаниями не дожжен превышать один год. Сертификационное заключение должны быть помещено на радиоскопическую систему. Результаты сертификационных испытаний должны храниться в файле по оборудованию радиоскопической системы до завершения следующей процедуры сертификации или до истечения срока хранения изображения, в зависимости от того, что будет являться более долгим.

A1.5.9 *Расшифровка изображения:*

A1.5.9.1 *Статическое изображение* — Сертификация радиоскопической системы согласно Практике E 1411 применима к условиям получения статического изображения только в тех случаях, когда исследуемая деталь является неподвижной по отношению к пучку излучения. Следовательно, все измерения производительности основываются на качестве статического изображения. Все решения о приемке/отбраковке по результатам обязательного радиоскопического контроля должны основываться на оценке статического изображения.

A1.5.9.2 *Динамическое изображение* — Динамическое или движущееся изображение может быть использовано для получения важной информации об исследуемом объекте. Тем не менее, если специально не предусмотрено использование динамического изображения, окончательная оценка формирования изображения для обязательных радиоскопических исследований должна быть выполнена в статическом режиме. Если подрядная организация указывает динамическое исследование, все аспекты процедуры должны быть одобрены персоналом MIL-STD-410 Уровня III. В случае с динамической проверкой, качество изображения должно измеряться согласно той же процедуре, которая используется для проверки.

A1.5.10 *Определение размера характеристики* — Там, где требуется измерение характеристики на радиоскопическом изображении, в письменную процедуру должна быть включена методология для определения и соблюдения точности выбранного метода измерения.

Al.5.10.1 *Измерение характеристики посредством перемещения исследуемого объекта* — В случае с радиоскопическими системами, оснащенными калиброванными системами манипуляции, наиболее точным, а следовательно предпочтительным методом измерений является манипулирование крайних точек измеряемой характеристики относительно общей центральной точки отсчета в пределах радиоскопического поля обзора. Размер может затем быть определен посредством устройства индикации координат манипулятора.

A1.5.10.2 *Измерение характеристики посредством сравнения* — Второй метод предполагает сравнение характеристики исследуемого объекта с известным наблюдаемым размером, который должен полностью находиться в переделах радиоскопического поля обзора. Многие процессоры цифровых изображений облегчают эту задачу посредством подсчета пикселей по всей длине характеристики. Количество пикселей, как правило, конвертируется в инженерные единицы посредством сравнения с известной длиной. Тем не менее, ориентация и позиция вдоль рентгеновского пучка (увеличение) характеристики и эталонного объекта оказывает влияние на точность таких измерений.

A1.5.11 *Шкала уровней серого* — Шкала уровней серого, необходимая для соответствия требованиям контрастной чувствительности согласно первичной сертификации должна быть записана и подвергнута мониторингу. В случае с системами, использующими оценку изображения человеком, особенно важно, чтобы шакала уровней серого и количество ступеней уровней серого в точности совпадали с восприимчивостью человеческого глаза. В письменную процедуру должно быть включено средство для мониторинга требуемой шкалы уровней серого с использованием измерителя контрастной чувствительности, ступенчатого клина, или схожего приспособления, изготовленного из материала исследуемого объекта или эталона чувствительности.

A1.5.12 *Время радиоскопического исследования* — Радиоскопическое исследование должно осуществляться во время производства, сборки или вторичной обработки, согласно требованиям контрактных документов.

A1.5.13 *Идентификация* — Должны быть обеспечены средства достоверной идентификации исследуемого объекта с архивной записью радиоскопического исследования. Архивированные радиоскопические изображения должны иметь аннотацию для согласования с исследуемым объектом.

A1.5.14 *Маркировка областей радиоскопического исследования* — Если для изучения сварной конструкции или иного исследуемого объекта требуется более одного изображения, на исследуемый объект должны быть помещены маркировочные знаки, для определения ориентации исследуемого объекта и расположения его характеристик относительно поля обзора. Данное требование не должно относиться к автоматическим системам, имеющим запрограммированную последовательность, где зона охвата была выверена на стадии разработки плана сканирования. Данное требование также не применимо к радиоскопическому исследованию простых и малых форм, где ориентация исследуемого образца является очевидной и зона охвата не рассматривается.

A1.5.15 *Подготовка поверхности* — Исследуемые объекты могут быть изучены без подготовки поверхности, за исключением случаев, когда требуется удаление параметров поверхности, могущих помешать надлежащей расшифровке радиоскопического изображения или могущих создать угрозу безопасности.

A1.5.16 *Подробные данные* — Поставщик радиоскопических услуг должен хранить письменную процедуру, сертификационную документацию и подписанные отчеты об исследовании или табулированные результаты, или и то и другое в течение пяти лет со дня проведения радиоскопии, если иное не указано в контрактных документах. При использовании автоматизированных радиоскопических систем с программным управлением с индивидуальным программным обеспечением, копия исходного кода и соответствующие параметры проверки должны храниться в файле в течение аналогичного периода времени. Данное требование не применимо к стандартным имеющимся в продаже программным пакетам или доступной программной документации согласующейся с DOD-STD-2167, когда сохраняется отдельная копия программы.

A1.5.17 *Повторное радиоскопическое исследование отремонтированной области* — Когда ремонт был произведен по результатам радиоскопического исследования, отремонтированные области должны быть повторно исследованы с использованием той же радиоскопической техники для оценки эффективности ремонта. Каждый отремонтированный участок должен быть отмечен R1, R2, R3, и так далее, для обозначения количества осуществленных ремонтов.

A1.5.18 *Хранение записей радиоскопического исследования* — Записи обязательного радиоскопического исследования и связанные с ним радиоскопические изображения должны храниться в надлежащем хранилище на заводе подрядчика в течение пяти лет со дня проведения исследования. Специальные инструкции такие, как иные сроки хранения, создание запасных копий, копирование записей на иные носители и уничтожение записей, должны быть указаны в контрактных документах.

A1.5.19 *Отбраковка исследуемых объектов* — Исследуемы объекты, содержащие дефекты, выходящие за допустимые пределы, указанные в контрактных документах, должны быть отделены от приемлемых материалов, надлежащим образом помечены как неудовлетворяющие техническим условиям и отправлены на проверку качества материалов согласно контрактным документам.

A1.5.20 *Повторное исследование* — При наличии обоснованных сомнений в возможности расшифровки радиоскопических результатов ввиду неправильного исполнения или неполадки, исследуемый объект должен быть повторно изучен с использованием правильной процедуры. Если проблему не удается решить повторным исследованием, процедура должна быть проверена на Уровне III организации НРК и при необходимости скорректирована. Если причиной повторного исследования явилась неполадка оборудования, оборудование не может быть заново введено в эксплуатацию до устранения неисправности и повторной сертификации оборудования на текущие требования сертификации согласно Практике E 1411.

A1.5.21 *Маркировка исследуемого объекта* — Маркировка исследуемого объекта должна быть проведена согласно MIL-STD-453.

A1.6 Примечания

A1.6.1 В данном разделе содержится общая и разъяснительная информация, не являющаяся обязательной.

A1.6.1.1 Предупреждение — Активные электронные компоненты и некоторые материалы такие, как тетрафторэтилен разрушаются под действием высоких доз радиации. Несмотря на то, что обычные радиоскопические исследования не должны вызывать проблем, необходимо избегать длительных периодов воздействия радиации.

A1.6.1.2 *Человеческие Факторы* — Успех радиоскопических исследований, предполагающих расшифровку изображений человеком, зависит от человеческого фактора.

Необходимо уделять большое внимание окружающей обстановке в месте проведения расшифровки, так чтобы она в наибольшей степени способствовала правильной и единообразной расшифровке радиографических изображений.

A1.6.1.3 *Использование эталонов чувствительности* — В случае с радиографией, получение требуемой чувствительности эталона не гарантирует возможности обнаружения всех дефектов вплоть до дефектов минимального размера. Причиной является тот факт, что выявление многих дефектов, особенно плоскостных, зависит от ориентации. При использовании динамических радиоскопических систем необходимо убедиться в том, что план сканирования включает достаточное количество манипуляций, чтобы максимизировать вероятность обнаружения зависящих от ориентации дефектов. По этой причине использование эталонных образцов с реальными и симулируемыми дефектами может более точно охарактеризовать способность радиоскопической системы обнаруживать зависящие от ориентации дефекты при использовании динамических радиоскопических систем.

A1.6.1.4 *Использование техник обработки изображений* — Необходимо соблюдать осторожность при применении техник обработки цифрового изображения для оценки общего эффекта на качество изображения. Например, технику увеличения контраста могут усилить контраст в одном диапазоне яркости, снизив его в других. Работа некоторых пространственных фильтров зависит от направления: в одном направлении характеристики усиливаются, в то время как ослабляются в ортогональном направлении. Целью данных предупреждений является призыв соблюдать осторожность при использовании техник обработки цифровых изображений, а не отказаться от их использования.

A1.6.1.5 *Определение размера характеристики* — В случае с радиографией, необходимо соблюдать осторожность при попытках рассмотрения размеров характеристики исследуемого объекта в двухмерной проекции.

A2. НЕПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЕ КОНТРАКТЫ, ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

A2.1 Область применения

A2.1.1 *Назначение* — Данное приложение должно использоваться в связи с Практикой E 1255. Данное приложение включает в себя подробности, отражающие специфику конкретного применения, оговариваемые покупателем и поставщиком услуг.

A2.1.2 *Применение* — Данный документ удовлетворяет требованиям 3.2 и 5.2.1 Практики E 1255. В случае конфликта данного приложения с любыми другими требованиями Практики E 1255, данное приложение должно иметь преимущественную силу. Требования настоящего приложения предназначены для осуществления контроля качества радиоскопического исследования, а не для того, чтобы определить критерии приемки/отбраковки исследуемого объекта. Критерии приемки/отбраковки приведены в других контрактных документах.

A2.2 Терминология

A2.2.1 *компонент* — исследуемая деталь или детали, описанные, собранные или обработанные в той мере, в которой это обозначено в чертеже.

A2.2.2 *Контрактные документы* — контракт заказа и все чертежи, спецификации, стандарты и другая информация, включенная или указываемая в качестве ссылок в контракте заказа.

A2.2.3 *подрядчик* — подрядчик, несущий ответственность за проектирование, производство, и доставку конечного продукта. Когда возникает необходимость в радиоскопическом исследовании, подрядчик является пользователем радиоскопических услуг.

A2.2.4 *обязательное радиоскопическое исследование* — те радиоскопические исследования, которые являются часть радиоскопических исследований, указанных в контрактных документах.

A2.2.5 *Организация НРК* — организация, отвечающая за предоставление услуг НРК.

A2.2.6 *необязательное радиоскопическое исследование* — те радиоскопические исследования, которые проводятся в целях проверки процесса и в информативных целях, но не являются частью требуемого контроля, указанного в контрактных документах.

A2.2.7 *поставщик радиоскопических услуг* — подрядчик, субподрядчик или любая другая организация, предоставляющая радиоскопические услуги.

A2.2.8 *исследуемый объект* — материал, компонент и сборочная единица, являющаяся предметом радиоскопического исследования.

A2.2.9 *пользователь радиоскопических услуг* — генеральный подрядчик, субподрядчик или другая организация, заказывающая радиоскопические услуги. Поставщик и пользователь радиоскопических услуг могут быть представителями разных организаций или одной организации.

A2.2.10 *письменная процедура* — в радиоскопии – серия шагов, которые необходимо выполнять в определенной установленной последовательности. Оператор радиоскопической системы соблюдает письменную процедуру для получения желаемого результата и уровня качества изображения при выполнении радиоскопического исследования. Разработка радиоскопической техники обычно предшествует подготовке письменной процедуры.

A2.2.11 Другие определения, не указанные в настоящем, должны соответствовать указанным в Терминологии E 1316 (Terminology E 1316).

A2.3 Общие требования

A2.3.1 *Equipment Qualification — Сертификация оборудования* — Сертификация радиоскопической системы должна проводиться согласно Практике E 1411 (Practice E 1411), с использованием эталонов и эталонных образцов с фактическими или симулированными дефектами согласно Практике E 747 (Practice E 747) и Практике E 1025 (Practice E 1025).

A2.3.2 *Квалификация персонала* — Персонал радиоскопического контроля должен быть квалифицирован и аттестован согласно требованиям SNT-TC-1A и ANSI/ASNT CP-189. Сертификация радиоскопической системы, разработка техники проведения радиоскопического исследования, планы сканирования и общее применение радиоскопического контроля согласно данному приложению должно контролироваться квалифицированным специалистом Уровня III с дополнительным образованием и опытом в области радиоскопии или совместно с сотрудником, имеющим образование и опыт в области радиоскопического контроля. Управление радиоскопической системы, включая расшифровку радиоскопического изображения, должно осуществляться квалифицированным персоналом Уровня II.

A2.3.3 *Безопасность* — Проведение радиоскопического контроля не должно представлять опасности для персонала или собственности. Необходимо соблюдать действующие федеральные, региональные и местные требования безопасности труда. Все радиоскопические процедуры должны осуществляться так, чтобы персонал получал минимальные дозы радиации, которые ни при каких условиях не должны выходить за рамки федеральных, региональных и местных ограничений.

A2.3.4 *Архивная запись обязательного радиоскопического исследования* —Запись радиоскопического исследования должна содержать результаты обязательного радиоскопического исследования. Запись радиоскопического исследования должна быть архивирована надлежащим образом на период времени в один год, начиная со дня проведения исследования или на более длительный срок, оговоренный в контрактных документах. В течение всего периода хранения запись радиографического исследования должна быть доступна для эффективного воспроизведения. Запись радиоскопического исследования должна содержать информацию об исследуемом объекте (посредством указания серийного номера или иным способом). Данные требования не применимы к дополнительным радиоскопическим исследованиям, не указанным в контрактных документах.

A2.3.4.1 *Запись радиоскопического исследования* — Запись радиоскопического исследования для обязательных исследования должна содержать письменные результаты радиоскопического исследования и радиоскопическое изображение, при использовании какого-либо изображения в качестве основания для приемки/отбраковки. Записываемое радиоскопическое изображение должно сопровождаться дополнительной информацией, которая может потребоваться для последующего автономного пересмотра результатов радиоскопического исследования и, при необходимости, для повторного проведения радиоскопического исследования.

A2.3.4.2 *Носители изображения* — Радиоскопическое изображение должно быть записано на носитель, соответствующий требованиям радиоскопического исследования. Записанное изображение должно отображать зону изучения таким образом, чтобы эксперт мог подтвердить, что все зоны были охвачены. Записанное радиоскопическое изображение должно иметь качество, по меньшей мере, равное тому, на которое сертифицирована система. Носитель информации должен позволять сохранять неизменное качество изображения в течение необходимого срока хранения или не менее чем в течение пяти лет со дня произведения записи. Запись изображений должна находиться в рабочем состоянии на протяжении периода хранения записи, начиная со дня записи последнего изображения.

A2.3.4.3 *Условия хранения носителей информации* — Хранение и обращение с носителями информации должно осуществляться согласно Руководству 1453 (Guide E 1453).

A2.3.4.4 *Другие записи* — Если сохранение записи радиоскопического изображения не соответствует требования обязательного архивирования, могут использоваться другие методы записи и носители.

A2.3.5 *Эталоны чувствительности* — Необходимо тщательно подбирать эталоны для демонстрации возможности системы обнаруживать несплошности и другие характеристики. Пластинчатые эталоны Practice E 1025, и проволочные эталоны Practice E 747 и эталонные образцы с фактическими или симулируемыми дефектами, подходящие в данном конкретном случае, считаются приемлемыми, за исключением случаев, когда определенный тип эталона установлен контрактным документом. Выбранный эталон или эталонный образец должны быть детально описаны в письменной процедуре. Эталон или эталонный образец могут не потребоваться для следующих радиоскопических исследований:

A2.3.5.1 Исследование сборочные единиц на предмет обломков и инородных тел.

A2.3.5.2 При проведении радиоскопии для проверки качества удаления дефекта или шлифовки, при проведении исследования на окончательную приемку используется эталон

A2.3.5.3 Исследование для выявления особенностей материала или контраста между двумя или более разнородными материалами, в деталях компонентов и сборных узлах, включая пористые области для выявления неоднородности или присутствия или отсутствия материала;

A2.3.5.4 Исследование электронных компонентов на предмет загрязнения, незакрепленных или отсутствующих элементов, наличия частей припоя, поврежденных или неправильно установленных проводов или соединителей и герметизированных сборных узлов на предмет поврежденных внутренних компонентов или отсутствующего герметизирующего компаунда;

A2.3.5.5 необязательные радиоскопические исследования.

A2.3.5.6 там, где использование эталонов является непрактичным или неэффективным может быть использован альтернативный метод**,** при условии получения одобрения от подрядной организации.

A2.3.6 *Классификация зон исследуемого объекта для радиоскопии* — Классификация исследуемых объектов на зоны для различных критериев приемки/отбраковки должна быть определена в контрактных документах. Если не указаны критерии приемки/отбраковки Уровень III организации НРК должен зафиксировать данные отклонения, считающиеся критическими и указать в письменном виде, что никакие формальные критерии приемки/отбраковки предусмотрены не были.

A2.4 Подробные требования

A2.4.1 *Сертификация применения* — Радиоскопия может использоваться по необходимости для решения новых и существующих задач исследования, при условии соблюдения требований работы системы, включая качество изображения.

Если радиоскопия используется для замещения или в качестве дополнения к существующим применениям радиографий, результаты радиоскопии должны надлежащим образом соотноситься с результатами, полученными на рентгеновской пленке. Надлежащее соотношение означает, что радиоскопические изображения и изображения на пленке имеют одинаковую чувствительность к интересующим характеристикам исследуемого объекта.

A2.4.2 Организация НРК несет ответственность за разработку письменной процедуры радиоскопического исследования для обеспечения эффективного и воспроизводимого радиоскопического исследования объекта. Если используется динамическая радиоскопическая система, план сканирования исследуемого объекта, отвечающий требованиям Практики E 1255 (Practice E 1255) (см. 5.2.1.2), должен быть включен в письменную процедуру. Те части контрактных документов, которые подробно описывают радиоскопическое исследование, должны стать приложением к письменной процедуре. Письменная процедура должна быть одобрена на Уровне III организации НРК. При необходимости письменная процедура должна быть одобрена подрядной организацией до начала использования. Письменная процедура должна включать следующий минимум информации:

A2.4.2.1 Чертеж, эскиз или фотографию компонента, показывающий ось пучка излучения, расположение(ия) детектора и применяемый эталон чувствительности для всех вариантов ориентации исследуемого объекта и энергии пучка. Данное требование может быть выражено в координатах для автоматизированных систем, имеющих калиброванные системы манипуляции;

A2.4.2.2 Физическое описание исследуемого объекта, включая размер, толщину, вес и состав.

A2.4.2.3 Классификация исследуемого объекта на зоны для радиоскопии.

A2.4.2.4 Маскирование исследуемой детали, если таковое используется, для каждого требующегося просмотра.

A2.4.2.5 Коллимация дополнительного источника излучения, выражаемая в размерах радиационного поля на исследуемом объекте со стороны источника**,** для каждого требующегося просмотра.

A2.4.2.6 Поле обзора детектора для каждого требующегося просмотра.

A2.4.2.7 Настройки диафрагмы детектора, выражаемые в единицах поля обзора на детекторе для каждого требующегося просмотра.

A2.4.2.8 Допустимый диапазон энергии излучения и тока пучка или интенсивности источника и фокальных пятен или размеров источника для каждого требующегося просмотра.

A2.4.2.9 Фильтрация дополнительного пучка, если таковая используется, для каждого требующегося просмотра.

A2.4.2.10 Геометрия и зона охвата проверки для каждого требующегося просмотра.

A2.4.2.11 Тип используемого эталона чувствительности и эталонного образца и требуемый уровень качества.

A2.4.2.12 Все настройки аппаратуры и программного обеспечения, которые могут быть изменены оператором и влияющие на результаты радиоскопического исследования. Такие настройки включают, помимо всего прочего, настройками видео камеры и дисплея и переменными процессора изображений.

A2.4.2.13 Носитель информации и формат хранения изображения для обязательного хранения радиоскопического изображения.

A2.4.3 *Контроль исследуемого объекта* — Количество исследуемых объектов и необходимая для каждого объекта зона охвата должны быть указаны в контрактных документах. Если таковое не указано, все исследуемые объекты должны иметь 100% область радиоскопического охвата, как описано в письменной процедуре.

A2.4.4 *Качество изображения* — Если иного не указано в контрактных документах, требуемый уровень качества изображения *2-2T*. Оценка качества изображения должна осуществляться таким же способом, как и при проверке.

A2.4.4.1 Эталон может быть помещен на исследуемый объект или на монтажный блок, непосредственно на месте расположения исследуемого объекта или рядом. Если поле радиоскопического обзора является небольшим или размещение эталона в поле обзора исследуемого объекта и перпендикулярно пучку излучения является невозможным, изображение эталона может быть получено непосредственно до и после радиоскопического исследования объекта или серии объектов, если они являются аналогичными. Результаты радиоскопического исследования считаются недействительными, если изображения эталона, полученные до и после, не демонстрируют требуемую чувствительность. Изображения эталона до и после должны считаться частью изображения исследуемого объекта для расшифровки и архивирования.

A2.4.5 *Сертификация радиоскопической системы* — Радиоскопическая система, включая обязательные устройства архивирования радиоскопических изображений, должна быть сертифицирована на уровень качества изображения, необходимый для контроля исследуемого объекта. Первичная сертификация радиоскопической системы должна производиться согласно Практике E 1411.

A2.4.6 *Повторная квалификация радиоскопической системы* — Радиоскопическая система, включая обязательные устройства архивирования радиоскопических изображений, должна проходить периодическую повторную сертификацию с частотой, достаточной для обеспечения необходимого уровня производительности радиоскопической системы.

A2.4.7 *Контроль изображения* — Производительность радиоскопической системы должна проверяться в начале каждого дня производственного использования посредством методов и устройств, использованных первично для сертификации письменной процедуры. Для регистрации всех изменений производительности системы, требующих изменений системных параметров, и указания произведенного обслуживания оборудования должен вестись журнал. Повторная сертификация системы требуется в том случае, если имеет место несоответствие требованиям по качеству изображения.

A2.4.8 *Ремонт радиоскопической системы* — Ремонт или замена основных компонентов радиоскопической системы, включая (но не ограничиваясь) источник излучения, подсистемы формирования, передачи, обработки и вывода на экран изображений, должны являться основанием для повторной сертификации системы. Интервал между повторными сертификационными испытаниями не должен превышать один год. Сертификационное заключение должны быть помещено на радиоскопическую систему. Результаты сертификационных испытаний должны храниться в файле по оборудованию радиоскопической системы до завершения следующей процедуры сертификации или до истечения срока хранения изображения, в зависимости от того, что будет являться более долгим.

A2.4.9 *Расшифровка изображения:*

A2.4.9.1 *Статическое изображение* — Сертификация радиоскопической системы согласно Практике E 1411 применима к условиям получения статического изображения только в тех случаях, когда исследуемая деталь является неподвижной по отношению к пучку излучения. Следовательно, все измерения производительности основываются на качестве статического изображения. Все решения о приемке/отбраковке по результатам обязательного радиоскопического контроля должны основываться на оценке статического изображения.

A2.4.9.2 *Динамическое изображение* — Динамическое или движущееся изображение может быть использовано для получения важной информации об исследуемом объекте. Тем не менее, окончательная оценка формирования изображения для обязательных радиоскопических исследований должна быть выполнена в статическом режиме.

A2.4.10 *Определение размера характеристики* — Там, где требуется измерение характеристики на радиоскопическом изображении, в письменную процедуру должна быть включена методология для определения и соблюдения точности выбранного метода измерения.

A2.4.10.1 *Измерение характеристики посредством перемещения исследуемого объекта* — В случае с радиоскопическими системами, оснащенными калиброванными системами манипуляции, наиболее точным, а следовательно предпочтительным методом измерений является манипулирование крайних точек измеряемой характеристики относительно общей центральной точки отсчета в пределах радиоскопического поля обзора. Размер может затем быть определен посредством устройства индикации координат манипулятора.

A2.4.10.2 *Измерение характеристики посредством сравнения* — Второй метод предполагает сравнение характеристики исследуемого объекта с известным наблюдаемым размером, который должен полностью находиться в переделах радиоскопического поля обзора. Многие процессоры цифровых изображений облегчают эту задачу посредством подсчета пикселей по всей длине характеристики. Количество пикселей, как правило, конвертируется в инженерные единицы посредством сравнения с известной длиной. Тем не менее, ориентация и позиция вдоль рентгеновского пучка (увеличение) характеристики и эталонного объекта оказывает влияние на точность таких измерений.

A2.4.11 *Шкала уровней серого* — Шкала уровней серого, необходимая для соответствия требованиям контрастной чувствительности согласно первичной сертификации должна быть записана и подвергнута мониторингу. В случае с системами, использующими оценку изображения человеком, особенно важно, чтобы шакала уровней серого и количество ступеней уровней серого в точности совпадали с восприимчивостью человеческого глаза. В письменную процедуру должно быть включено средство для мониторинга требуемой шкалы уровней серого с использованием измерителя контрастной чувствительности, ступенчатого клина, или схожего приспособления, изготовленного из материала исследуемого объекта или эталона чувствительности.

A2.4.12 *Время радиоскопического исследования* — Радиоскопическое исследование должно осуществляться во время производства, сборки или вторичной обработки, согласно требованиям контрактных документов.

A2.4.13 *Идентификация* — Должны быть обеспечены средства достоверной идентификации исследуемого объекта с архивной записью радиоскопического исследования. Архивированные радиоскопические изображения должны иметь аннотацию для согласования с исследуемым объектом.

A2.4.14 *Маркировка областей радиоскопического исследования* — Если для изучения сварной конструкции или иного исследуемого объекта требуется более одного изображения, на исследуемый объект должны быть помещены маркировочные знаки, для определения ориентации исследуемого объекта и расположения его характеристик относительно поля обзора. Данное требование не должно относиться к автоматическим системам, имеющим запрограммированную последовательность, где зона охвата была выверена на стадии разработки плана сканирования. Данное требование также не применимо к радиоскопическому исследованию простых и малых форм, где ориентация исследуемого образца является очевидной и зона охвата не рассматривается.

A2.4.15 *Подготовка поверхности* — Исследуемые объекты могут быть изучены без подготовки поверхности, за исключением случаев, когда требуется удаление параметров поверхности, могущих помешать надлежащей расшифровке радиоскопического изображения или могущих создать угрозу безопасности.

A2.4.16 *Подробные данные* — Поставщик радиоскопических услуг должен хранить письменную процедуру, сертификационную документацию и подписанные отчеты об исследовании или табулированные результаты, или и то и другое в течение пяти лет со дня проведения радиоскопии, если иное не указано в контрактных документах. При использовании автоматизированных радиоскопических систем с программным управлением с индивидуальным программным обеспечением, копия исходного кода и соответствующие параметры проверки должны храниться в файле в течение аналогичного периода времени. Данное требование не применимо к стандартным имеющимся в продаже программным пакетам, когда сохраняется отдельная копия программы..

A2.4.17 *Повторное радиоскопическое исследование отремонтированной области* — Когда ремонт был произведен по результатам радиоскопического исследования, отремонтированные области должны быть повторно исследованы с использованием той же радиоскопической техники для оценки эффективности ремонта. Каждый отремонтированный участок должен быть отмечен R1, R2, R3, и так далее, для обозначения количества осуществленных ремонтов

A2.4.18 *Хранение записей радиоскопического исследования* — Записи обязательного радиоскопического исследования и связанные с ним радиоскопические изображения должны храниться в надлежащем хранилище на заводе подрядчика в течение одного года со дня проведения исследования. Специальные инструкции такие, как иные сроки хранения, создание запасных копий, копирование записей на иные носители и уничтожение записей, должны быть указаны в контрактных документах.

A2.4.19 *Отбраковка исследуемых объектов* — Исследуемы объекты, содержащие дефекты, выходящие за допустимые пределы, указанные в контрактных документах, должны быть отделены от приемлемых материалов, надлежащим образом помечены как неудовлетворяющие техническим условиям и отправлены на проверку качества материалов согласно контрактным документам.

A2.4.20 *Повторное исследование* — При наличии обоснованных сомнений в возможности расшифровки радиоскопических результатов ввиду неправильного исполнения или неполадки, исследуемый объект должен быть повторно изучен с использованием правильной процедуры. Если проблему не удается решить повторным исследованием, процедура должна быть проверена на Уровне III организации НРК и при необходимости скорректирована. При необходимости могут быть произведены контрольные снимки методом радиографии. Если причиной повторного исследования явилась неполадка оборудования, оборудование не может быть заново введено в эксплуатацию до устранения неисправности и повторной сертификации оборудования на текущие требования сертификации согласно Практике E 1411.

A2.4.21 *Маркировка исследуемых объектов* — Исследуемые объекты, прошедшие радиоскопическое исследование должны быть маркированы или физически отделены таким образом, чтобы минимизировать возможность путаницы отбракованных или сомнительных объектов с приемлемыми.

A2.5 Примечания

A2.5.1 В данном разделе содержится общая и разъяснительная информация, не являющаяся обязательной.

A2.5.1.1 Предупреждение — Активные электронные компоненты и некоторые материалы такие, как тетрафторэтилен разрушаются под действием высоких доз радиации. Несмотря на то, что обычные радиоскопические исследования не должны вызывать проблем, необходимо избегать длительных периодов воздействия радиации.

A2.5.1.2 *Человеческие Факторы* — Успех радиоскопических исследований, предполагающих расшифровку изображений человеком, как и в случае с радиографией, зависит от человеческого фактора. Необходимо уделять большое внимание окружающей обстановке в месте проведения расшифровки, так чтобы она в наибольшей степени способствовала правильной и единообразной расшифровке радиографических изображений. Необходимо также принять меры, чтобы предотвратить возможность влияния фактора усталости на правильную и единообразную расшифровку.

A2.5.1.3 *Использование эталонов чувствительности* — В случае с радиографией, получение требуемой чувствительности эталона не гарантирует возможности обнаружения всех дефектов вплоть до дефектов минимального размера. Причиной является тот факт, что выявление многих дефектов, особенно плоскостных, зависит от ориентации. При использовании динамических радиоскопических систем необходимо убедиться в том, что план сканирования включает достаточное количество манипуляций, чтобы максимизировать вероятность обнаружения зависящих от ориентации дефектов. По этой причине использование эталонных образцов с реальными и симулируемыми дефектами может более точно охарактеризовать способность радиоскопической системы обнаруживать зависящие от ориентации дефекты при использовании динамических радиоскопических систем..

A2.5.1.4 *Использование техник обработки изображений* — Необходимо соблюдать осторожность при применении техник обработки цифрового изображения для оценки общего эффекта на качество изображения. Например, технику увеличения контраста могут усилить контраст в одном диапазоне яркости, снизив его в других. Работа некоторых пространственных фильтров зависит от направления: в одном направлении характеристики усиливаются, в то время как ослабляются в ортогональном направлении. Целью данных предупреждений является призыв соблюдать осторожность при использовании техник обработки цифровых изображений, а не отказаться от их использования.

A2.5.1.5 *Определение размера характеристики* — В случае с радиографией, необходимо соблюдать осторожность при попытках рассмотрения размеров характеристики исследуемого объекта в двухмерной проекции.

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ РЕНТГЕНОСКОПИИ СВАРИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

SE-1416

(Аналогично ASTM Specification E 1416-04.)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данный метод испытания обеспечивает унифицированную процедуру рентгеноскопического контроля свариваемых деталей. Требования, представленные в данном методе испытания, предназначены для контроля качества рентгеновских изображений и не предназначены для контроля приемлемости или качества сварных швов.

1.2 Данный метод испытания применяется только в отношении использования оборудования для рентгеноскопии, при которой изображение окончательно представлено на телевизионном мониторе для оценки оператором. Данные испытания может регистрироваться для дальнейшего анализа. Оно не применяется к полностью автоматизированным системам, в которых оценка автоматически выполняется компьютером.

1.3 Объем рентгеноскопии, стандарт качества и используемые критерии приемки должны указываться в контракте, заказе на поставку, технических требованиях на изделие или чертежах.

1.4 Данный метод испытания может использоваться для выявления несплошностей. Данный метод испытания также способствует проверке сварного шва в различных направлениях, таких как под прямым углом к поверхности сварного шва и вдоль обоих углов скоса кромки сварного шва. Методики рентгеноскопии, описанные в данном методе испытания, предусматривают соответствующую гарантию относительно выявления дефектов; однако очевидно, что для особых применений может потребоваться, чтобы специальные методики, в отношении которых используются более строгие требования, обеспечивали дополнительную способность выявления. Использование особых методик рентгеноскопии должно быть согласовано между покупателем и поставщиком.

1.5 Значения, указанные в единицах традиционной американской системы единиц (дюймы-фунты), должны рассматриваться как стандартные.

1.6 *Данный стандарт не ставит целью рассмотреть все проблемы безопасности, связанные с его применением, если таковые возникают. Обязанностью пользователя данного стандарта является утверждение соответствующих инструкций по технике безопасности и охране труда и определение применимости нормативных ограничений до начала использования. Особые положения по мерам предосторожности представлены в Разделе 7.*

2. ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ СПРАВКИ

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 94 Руководство по радиографическому контролю (Guide for Radiographic Testing)

E 543 Методика для организаций, проводящих НРК (Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing)

E 747 Методика проектирования, изготовления и классификации материалов по группам для проволочных эталонов чувствительности (IQI), применяемых в радиографии (Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology)

E 1000 Руководство по рентгеноскопии (Guide for Radioscopy)

E 1025 Методика проектирования, изготовления и классификации материалов по группам для пластинчатых эталонов чувствительности, применяемых в радиографии (Practice for Design, Manufacture, and Material Grouping Classification of Hole-Type Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology)

E 1255 Методика рентгеноскопии (Practice for Radioscopy)

E 1316 Терминология неразрушающих испытаний (Terminology for Nondestructive Examinations)

2.2 *Стандарты ASNT:*

ASNT SNT-TC-1A Рекомендованная методика по аттестации и сертификации персонала НРК (Recommended Practice for Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing)

ANSI/ASNT CP-189-ASNT Стандарт по аттестации и сертификации персонала НРК (Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel)

2.3 *Военный стандарт:*

NAS 410 Аттестация и сертификация персонала, проводящего неразрушающие испытания (Certification and Qualification of Nondestructive Personnel)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определения:*

3.1.1 Определения терминов, используемых в данном методе испытаний, см. в документе Terminology E 1316.

4. ОБОРУДОВАНИЕ

4.1 *Источник излучения (рентгеновские лучи или гамма-лучи)* — Выбор соответствующего источника зависит от переменных, касающихся проверяемого сварного шва, таких как материал и толщина. Соответствие источника должно быть продемонстрировано получением требуемого качества изображения и выполнением всех других требований, представленных в настоящем документе. Руководство по выбору источника излучения см. в Guide E 1000 и Practice E 1255.

4.2 *Система манипуляции* — выбор соответствующей системы манипуляции (при наличии) зависит от переменных, таких как размер и ориентация исследуемого объекта и объем движений, скорость контроля и плавность движения. Пригодность системы манипуляции должна быть продемонстрирована посредством достижения необходимого качества изображения и соответствия всем прочим требованиям, представленным в данном документе. Указание по выбору системы манипуляции представлено в документе Practice E 1255.

4.3 *Система формирования изображения* — Выбор соответствующей системы формирования изображения зависит от переменных, таких как размер исследуемого объекта и энергия, а также интенсивность излучения, используемого для исследования. Пригодность системы формирования изображения должна быть продемонстрирована посредством достижения необходимого качества изображения и соответствия всем прочим требованиям, представленным в данном документе. Указание по выбору системы формирования изображения представлено в документе Guide E 1000 и Practice E 1255.

4.4 *Система обработки изображения* — При согласовании между покупателем и поставщиком системы обработки изображения могут использоваться для шумоподавления посредством интеграции изображения или усреднения, увеличения контрастности и прочих операций обработки изображения.

4.5 *Коллимация* — Выбор соответствующей коллимации зависит от размеров исследуемого объекта. В целом, полезно выбирать коллимацию, чтобы ограничить первичный луч излучения до сварного шва и непосредственно примыкающего материала подложки, чтобы улучшить качество рентгеноскопического изображения.

4.6 *Фильтры и маскирование* — Фильтры и маскирование могут использоваться для улучшения качества изображения посредством сокращения контрастности, являющейся причиной рассеянного излучения малой энергии. Руководство по использованию фильтров и маскирования см. в Guide E 94.

4.7 *Эталоны чувствительности (IQI)* —Эталоны чувствительности должны соответствовать требованиям по конструктивному исполнению и идентификационным требованиям в Practice E 747 или Practice E 1025, за исключением указанного иным образом в заказ - наряде или контракте.

4.8 *Прокладки, отдельные блоки или подобные профили* — Прокладки, отдельные блоки или аналогичные профили, изготовленные из аналогичных или подобных по рентгеноскопическим качествам материалов (указанные в Practice E 1025) могут использоваться для упрощения регулировки положения эталонов чувствительности, как указано в п. 9.10.3. Аналогичный профиль должен быть геометрически подобными исследуемым объектам.

4.9 *Маркеры положения и идентификации* — Свинцовые цифры и буквы должны использоваться для обозначения номера детали и номера расположения. Размер и толщина маркеров зависят от способности рентгеноскопической техники отличать метки на изображениях. Как правило, маркеры толщиной от 0,06 до 0,12 дюймов (1,5 до 3 мм) будут достаточными для самой низкоэнергетической (менее 1 мегаэлектронвольт) рентгеноскопии рентгеновскими лучами и иридием[192]. Для более высокоэнергетической (более 1 мегаэлектронвольт и кобальт[60]) рентгеноскопии может быть необходимым использовать маркеры, толщина которых больше [0,12 дюйма (3 мм) толщиной или более]. В случае если используемая система отображает положение объекта в пределах изображения, это должно быть приемлемым в отношении идентификации расположения объекта.

5. МАТЕРИАЛЫ

5.1 *Носитель информации* — Носитель информации для хранения изображений должен быть в формате, согласованным покупателем и поставщиком. Он может включать либо аналоговый, либо цифровой носитель.

6. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ

6.1 *Аттестация персонала* — персонал НРК должен быть аттестован в соответствии с общепринятыми инструкциями или стандартами, такими, как ANSI/ ASNT-CP-189, SNT-TC-1A, NAS 410, или аналогичным документом. Стороны по договору должны указать в данном договоре используемые стандарты и методики, а также применимые редакции

6.2 *Квалификация организаций, проводящих НРК* — Организации, проводящие неразрушающие испытания, если это оговорено в договоре, должны пройти аттестацию и оценку согласно документу Practice E 543. В данном договоре должна быть точно определена применимая редакция Practice E 543.

6.3 *Время испытания* — Время испытания должно соответствовать п. 9.1 до тех пор, если не установлено иное.

6.4 *Процедуры и технологии* — Используемые процедуры и технологии должны соответствовать указанным в данном методе испытания, до тех пор, если не установлено иное. Особые технологии могут указываться в договоре.

6.5 *Объем испытания* — Объем испытания должен соответствовать п. 8.3, если не установлено иное.

6.6 *Критерии составления отчета/критерии приемки* — Критерии составления отчета относительно результатов испытания должны соответствовать Разделу 10, если не указано иное. Критерии приемки должны указываться в договоре.

6.7 *Повторное испытание отремонтированных / повторно обработанных изделий* — Повторное испытание отремонтированных/повторно обработанных изделий не указано в данном методе испытания и при необходимости должно обозначаться в договоре.

7. БЕЗОПАСНОСТЬ

7.1 Процедура рентгенографии должна соответствовать применимым муниципальным, государственным и федеральным положениям.

8. ТРЕБОВАНИЯ

8.1 *Требования к процедуре* — Если не указано иначе в заказ-наряде или контракте, радиографический контроль проводится в соответствии с письменной процедурой. Специальные требования, касающиеся подготовки и утверждения письменной процедуры, должны быть четко прописаны в договоре заказчиком и продавцом. Производственная процедура должна отображать все применимые части данного метода испытания и должна быть представлена для анализа во время интерпретации изображений. Письменная процедура должна включать следующее:

8.1.1 Диапазон исследуемых материалов и толщины,

8.1.2 Используемое оборудование, включая техническую характеристику параметров источника (таких как напряжение разрядной лампы, ток, размер фокального пятна) и параметров оборудования для формирования изображения (таких как размер датчика, зона обзора, электронное масштабирование, уровень черного камеры, усиление),

8.1.3 Параметры испытания, включая расстояние от источника до объекта, расстояние от объекта до датчика, и ориентацию,

8.1.4 Обозначение и размещение эталона чувствительности,

8.1.5 План просмотра проверяемого объекта, обозначающий диапазон движений и скорости контроля, с которыми объект испытания должен контролироваться для обеспечения удовлетворительных результатов (см. описание в 5.2.1.2 Practice E 1255),

8.1.6 Параметры обработки изображения,

8.1.7 Параметры отображения изображения, и

8.1.8 Хранение изображения.

8.2 *Охват контроля при рентгеноскопии* — Если не указано иначе в договоре продавца и поставщика, объем контроля при рентгеноскопии отливки должен соответствовать 100% объему сварного шва и примыкающего основного металла.

8.3 *Скорость контроля* — Для динамического испытания скорость движения объекта относительно источника излучения и датчика должна контролироваться для гарантии обеспечения требуемого уровня качества рентгеноскопии.

8.4 *Качество рентгеноскопического изображения* — Все изображения должны быть без меток или прочих дефектов, которые могут закрывать или искажать изображение любой несплошности на рассматриваемом участке. Чтобы не допустить маскирования или искажения несплошности, переместите исследуемый объект относительно формирователя сигналов изображения. Если существуют какие-нибудь сомнения в отношении фактического характера показаний, проявленных на изображении, изображение должно выбраковываться, и должно быть выполнено новое изображение участка.

8.5 *Уровень качества рентгеноскопии* — Уровень качества рентгеноскопии должен определяться по соглашению между покупателем и поставщиком и указываться в заказ-наряде или договоре. Качество рентгеноскопии должно обозначаться эквивалентным эталоном чувствительности (IQI) и должно измеряться при помощи показателей уровня качества в соответствии с Practice E 747 или E 1025.

8.6 *Уровень приемки* — Уровни приемки и отклонения должны оговариваться в контракте, заказ-наряде, чертеже или ином договоре заказчика и поставщика.

8.7 *Устройства для просмотра изображений* — Устройства для просмотра должны обеспечивать приглушенный фоновый свет яркости, не вызывающей искажающих отражений, теней или отблесков на изображении.

8.8 *Хранение изображений* — В случае, если хранение изображений оговорено в заказ-наряде или контракте, изображения должны храниться в формате, обозначенном в соответствующем контракте, заказ-наряде, чертеже или другом соглашении между покупателем и поставщиком. Срок и место хранения изображения должны оговариваться заказчиком и поставщиком.

9. ПРОЦЕДУРА

9.1 *Время контроля* — Если не указано иное в соответствующем заказе-наряде или контракте, рентгеноскопия выполняется до термической обработки.

9.2 *Подготовка поверхности* — Если не указано иное, удалите чешуйки наплавленного валика сварного шва или неровности поверхности сварного шва, как с внутренней, так и с внешней стороны (по возможности) посредством любого соответствующего процесса таким образом, чтобы изображение неровностей не могло скрывать или искажать изображение с любой несплошностью. Интерпретация может оптимизироваться, если неровности поверхности удалены таким образом, что изображение неровностей не различимо.

9.3 *Расстояние от источника до датчика* — Если в соответствующем заказе-наряде или контракте не предусмотрено иное, геометрическая нерезкость *(U_g)* не должна превышать следующих значений:

Толщина материала	U_g, макс, дюйм (мм)
Ниже 2 дюймов (50 мм)	0,020 (0,50)
2 - 3 дюйма (50 - 75 мм)	0,030 (0,75)
3 - 4 дюймов (75 - 100 мм)	0,040 (1,00)
Более 4 дюймов (100 мм)	0,070(1,75)

Определите геометрическую нерезкость как указано в документе Guide E 94.

9.4 *Скорость испытания* — Для динамического испытания определите скорость движения объекта относительно источника излучения и датчика в соответствии с соглашением между покупателем и поставщиком. Обоснуйте данное определение по достижении необходимого уровня качества рентгеноскопии при данной скорости исследования.

9.5 *Направление излучения* — Направьте центральный луч излучения перпендикулярно центру рабочей поверхности датчика или плоскости, касательной к центру изображения, по возможности, за исключением приема эллиптической проекции изображения с двухслойной экспозицией и двухслойным просмотром, как описано в п. 9.14.2.

9.6 *Рассеянное излучение* — Рассеянное излучение (излучение, рассеиваемое от испытываемого объекта и от окружающих конструкций) уменьшает контраст при рентгеноскопии и может оказывать нежелательное влияние на качество рентгеноскопии. Примите меры предосторожности, такие как коллимация источника, коллимация датчика и дополнительное экранирование для уменьшения отрицательных воздействий данного рассеянного излучения.

9.7 *Выбор эталона чувствительности* — Для выбора эталона чувствительности толщина, на основании которой выбирают эталон чувствительности, это толщина одной стенки плюс меньшее значение из фактического или допустимого усиления. Подкладные полосы или кольца не рассматриваются, как часть толщины сварного шва или усиления для выбора эталона чувствительности. Для любой толщины может использоваться эталон чувствительности, приемлемый для более тонкого материала, при условии соответствия всем прочим требованиям для рентгенографии.

9.8 *Количество эталонов чувствительности:*

9.8.1 Разместите, по меньшей мере, один эталон чувствительности (Practices E 747 или E 1025) в рассматриваемой зоне, представляющей участок, на котором яркость относительно равномерна. Степень равномерности яркости должна быть согласована между покупателем и поставщиком. Если яркость изображения в рассматриваемой зоне отличается на значение более согласованного, используйте два эталона чувствительности. Используйте один эталон чувствительности, чтобы продемонстрировать приемлемое качество изображения на наиболее темном участке изображения, и используйте один эталон чувствительности, чтобы продемонстрировать приемлемое качество изображения на наиболее светлом участке изображения.

9.8.2 Если ряд изображений выполняют при равных условиях, допускается, чтобы эталоны чувствительности использовались на первом и последнем изображениях в ряду при условии, что это согласовано между покупателем и поставщиком. В этом случае нет необходимости использования эталона чувствительности на каждом изображении.

9.8.3 Всегда сохраняйте квалификационные изображения, на которых были отображены один или более эталонов чувствительности во время рентгеновской съемки, как часть регистрации подтверждения требуемой чувствительности эталона и размещения.

9.9 *Размещение эталона чувствительности:*

9.9.1 Поместите эталон чувствительности со стороны источника, примыкающего к осматриваемому сварному шву. Если металл шва не идентичен основному материалу по рентгеноскопическим условиям, или если размеры препятствуют соединению со сварным швом, поместите эталон чувствительности над сварным швом или на отдельную подкладку, как описано в п. 9.10.

9.9.2 *Эталоны чувствительности со стороны датчика* — В тех случаях, когда эталон не может быть помещен со стороны источника, расположите эталоны чувствительности со стороны датчика. В соответствующем заказ-наряде или контракте должен быть обозначен применимый уровень качества со стороны датчика. В сопроводительных документах должно быть четко обозначено, что эталоны чувствительности были расположены со стороны датчика.

9.10 *Отдельные блоки* — Если конфигурация или размер препятствуют размещению эталонов чувствительности на осматриваемом объекте, используйте подкладку, отдельный блок или аналогичный профиль в соответствии с требованиями 4.8 при соответствии следующим условиям:

9.10.1 Эталон чувствительности расположен не ближе к датчику, чем сторона источника испытываемого объекта (если не установлено иное).

9.10.2 Рентгеноскопическая яркость на участке эталона чувствительности, включая подкладку, отдельный блок или аналогичный профиль и IQI, по возможности, должна быть идентична яркости на рассматриваемом участке.

9.10.3 Подкладка, отдельный блок или аналогичный профиль размещен близко к испытываемому объекту по возможности.

9.10.4 Если используются пластинчатые эталоны чувствительности, размеры подкладки, отдельного блока или аналогичного профиля должны превышать размеры эталона чувствительности из условия, чтобы контур, по меньшей мере, трех сторон изображения эталона чувствительности был видим на изображении.

9.11 *Использование подкладок* — Если усиление сварного шва или кольцевая/полосовая подкладка не удалены, поместите подкладку из материала, который подобен в рентгеноскопическом отношении кольцевой/полосовой подкладке под эталонами чувствительности, чтобы обеспечить примерно идентичную толщину материала под эталоном чувствительности как среднее значение усиления шва плюс толщина стенки и кольцевой/полосовой подкладки.

9.11.1 *Расположение и размеры подкладки* — Если используются пластинчатые эталоны чувствительности, размеры подкладки и ее расположение должны превышать размеры эталона чувствительности, по меньшей мере, на 0,12 дюймов (3 мм) минимум по трем сторонам. По крайней мере, три стороны эталона чувствительности должны быть видимыми в соответствии с п. 9.10.4 за исключением того, что только два конца изображения эталона чувствительности должны быть видимыми при размещении на трубопроводе номинальным размером трубы менее 1 дюйма (25 мм). Поместите подкладку таким образом, чтобы не перекрыть изображение сварного шва, включая кольцевую/полосовую подкладку.

9.11.2 *Яркость изображения подкладки* — Яркость изображения подкладки должна быть идентична яркости изображения рассматриваемого участка.

9.12 *Маркеры положения* — Поместите маркеры положения с внешней части участка сварного шва. Рентгеноскопическое изображение маркеров расположения для соотнесения расположения детали с изображением должно быть представлено на изображении, не нарушая интерпретацию, таким образом, чтобы было очевидно, что получен требуемый охват.

9.12.1 *Двухслойная техника* — При использовании техники, в которой излучение проходит через две стенки, сварные швы рассматриваются для приемки по обеим стенкам одновременно, и отображено все изображение испытываемого объекта, требуется только один маркер положения на изображении.

9.12.2 *Ряд изображений* — Для сварных швов, которые требуют ряда изображений, чтобы охватить полностью всю длину или окружность сварного шва, используйте весь комплект меток расположения одновременно, если это возможно. Исходное или нулевое положение для каждого ряда должны быть обозначены на элементе. Известная деталь на объекте (например, шпоночная канавка, патрубок и осевая линия) могут использоваться для установления исходного положения. Обозначьте данный элемент на радиоскопической записи.

9.12.3 *Подобные сварные швы* — На сварных швах идентичного типа на отдельном компоненте порядок и разбивка маркеров положения должна соответствовать единой системе, которая должна быть непосредственно установлена в процедуре рентгеноскопии или в отчетах по интерпретации. Кроме того, исходные точки на компоненте будут показаны на схеме, чтобы обозначить направление системы нумерации.

9.13 *Идентификация изображений* — Обеспечьте систему явного обозначения изображения. Помимо всего прочего, на изображении должно быть указано следующее: название и символ компании, выполняющей рентгеноскопию, дата и идентификационный номер сварного шва в соответствии с деталью или договором. Обозначьте последующие изображения, выполненные на отремонтированных участках, буквой «R».

9.14 *Техника рентгеноскопии:*

9.14.1 *Однослойная техника* — Кроме тех случаев, которые предусмотрены в п. 9.14.2, 9.14.3 и 9.14.4, рентгеноскопию необходимо выполнять с использованием техники, при которой излучение проходит только через одну стенку.

9.14.2 *Двухслойная техника для кольцевых швов* — Для кольцевых швов с наружным диаметром 4 дюйма (100 мм) (3,5 дюйма номинальный размер трубы) или меньше, может быть использована техника, при которой излучение проходит через обе стенки, и обе стенки рассматриваются при приемке на одном и том же изображении. Если не указано иное, могут использоваться либо эллиптические, либо суперпозиционные проекции. Должно быть выполнено достаточное количество проекций для того, чтобы осмотреть полностью весь шов. Если конструкция или доступ препятствуют исследованию всего шва, соглашение между сторонами по договору может обозначить требуемую зону охвата шва.

9.14.3 Для кольцевых швов с наружным диаметром более 4 дюймов (100 мм) (3,5 дюймов номинальный размер трубы), используйте технологию, при которой выполняется просмотр только по одной стенке. Должно быть выполнено достаточное количество проекций для того, чтобы осмотреть полностью весь шов. Если конструкция или доступ препятствуют исследованию всего шва, соглашение между сторонами договора может обозначить требуемую зону охвата шва.

9.14.4 Для рентгеноскопической техники, которая исключает экспозицию одной стенки вследствие ограниченного доступа, например обшитая снаружи труба или корпус судна, технология должна быть предварительно согласована между покупателем и поставщиком. Следует осознавать, что чувствительность эталона по толщине одной стенки, не может быть получена при некоторых условиях.

10. ПРОТОКОЛЫ

10.1 Следующие протоколы по рентгеноскопии в соответствии с соглашением между покупателем и поставщиком должны быть оформлены:

10.1.1 Типовой эскиз рентгеноскопической съемки, включая геометрию объекта контроля, расстояние от источника до объекта, расстояние от объекта до датчика и ориентацию,

10.1.2 Материал и диапазон исследуемой толщины,

10.1.3 Используемое оборудование, включая технические характеристики источника (такие как напряжение разрядной лампы, ток, размер фокального пятна) и параметры оборудования для формирования изображения (такие как размер датчика, зона обзора, электронное масштабирование, уровень черного камеры, коэффициент усиления и т.д.) и параметры дисплея,

10.1.4 Размещение эталона чувствительности (и прокладка, если используется),

10.1.5 Схема сканирования испытательного объекта, включая амплитуду движений и скорости манипулирования,

10.1.6 Параметры обработки изображения,

10.1.7 Данные по хранению изображений,

10.1.8 Документация по ремонту с применением сварки, и

10.1.9 *Изображение* — Протокол интерпретации должен содержать минимум следующую информацию:

10.1.9.1 Действия в отношении каждого изображения (допустимое или неприемлемое),

10.1.9.2 Если изображение неприемлемо, причину отклонения (шлак, трещина, пористость и т.д.),

10.1.9.3 Поверхностное показание, подтвержденное визуальным контролем (следы шлифования, чешуйчатость, всплески и т.д.), и

10.1.9.4 Подпись лица, осуществляющего интерпретацию, включая уровень.

11. ТОЧНОСТЬ И СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

11.1 Никакого отчета о точности или систематической погрешности данного метода проверки не подготовлено, так как результат лишь определяет соответствие критериям успешного исхода, определенным в данной процедуре.

12. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

12.1 гамма-лучи; неразрушающий контроль; рентгеноскопическая дефектоскопия; рентгеноскопия; свариваемые детали; рентгеновские лучи

СТАНДАРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ В РЕНТГЕНОЛОГИИ

SE-1647

(Аналогично документу ASTM Specification E 1647-03.)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая технология включает выбор конструктивного исполнения и материала измерительного прибора контрастной чувствительности, применяемого для определения минимального изменения в толщине материала или плотности, которая может отображаться без учета ограничений пространственной разрешающей способности.

1.2 Настоящая технология применяется для систем формирования рентгеноскопического и радиографического изображения пропущенным пучком, использующих источники излучения рентгеновскими и гамма лучами.

1.3 Значения, указанные в единицах традиционной американской системы единиц (дюймы-фунты), должны рассматриваться как стандартные.

1.4 *Данный стандарт не ставит целью рассмотреть все проблемы безопасности, связанные с его применением, если таковые возникают. Обязанностью пользователя данного стандарта является утверждение соответствующих инструкций по технике безопасности и охране труда и определение применимости нормативных ограничений до начала использования.* Относительно особых положений по безопасности см. NIST/ ANSI Руководство 114 раздел 8, Свод федеральных нормативных актов 21 CFR 1020.40 и 29 CFR 1910.96.

2. ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ СПРАВКИ

2.1 *Стандарты ASTM:*

B 139 Спецификация по пруткам, стержням и профилям из фосфористой бронзы (Specification for Phosphor Bronze Rod, Bar, and Shapes)

B 150 Спецификация по пруткам, стержням и профилям из алюминиевой бронзы (Specification for Aluminum Bronze Rod, Bar, and Shapes)

B 161 Спецификация по никелированным бесшовным трубам и трубкам (Specification for Nickel Seamless Pipe and Tube)

B 164 Спецификация по пруткам, стержням и проволоке из никель-медного сплава (Specification for Nickel-Copper Alloy Rod, Bar, and Wire)

B 166 Спецификация по стержням, пруткам и проводам из хроможелезоникелевых сплавов (UNS N06600, N06601 и N06690) и хромоникелевокобальтомолибденового сплава (UNS N06617) (Specification for Nickel-Chromium-Iron Alloys (UNS N06600, N06601, and N06690) and Nickel-Chromium-Cobalt-Molybdenum Alloy (UNS N06617) Rod, Bar, and Wire)

E 747 Методика проектирования, изготовления и классификации материалов по группам для проволочных эталонов чувствительности, используемых для рентгенологии (Practice for the Design Manufacture and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used For Radiology)

E 1025 Методика для пластинчатых эталонов чувствительности, применяемых в радиографии (Practice for Hole-Type Image Quality Indicators Used for Radiography)

E 1316 Терминология неразрушающих испытаний (Terminology for Nondestructive Examination)

E 1411 Методика аттестации рентгеноскопических систем (Practice for Qualification of Radioscopic Systems)

E 2002 Методика для определения суммарной нерезкости изображения в рентгенологии (Total Image Unsharpness in Radiology)

21 CFR 1020.40 Требования техники безопасности при работе с рентгеновскими системами (Safety Requirements for Cabinet X-ray Systems)

29 CFR 1910.96 Ионизирующее излучение (Ionizing Radiation)

2.3 *NIST/ANSI Standard:*

NIST/ANSI Руководство 114 Общая радиационная безопасность для оборудования с использованием немедицинских рентгеновских лучей и герметичных источников гамма-излучения до 10 мэВ (Handbook 114 General Safety Standard for Installations Using Non-Medical X-ray and Sealed Gamma Ray Sources, Energies to 10 MeV)

2.4 *Прочие стандарты:*

EN 462-5 Проволочный дуплексный эталон чувствительности (Duplex Wire Image Quality Indicator)

EN 13068-1 Рентгеноскопия – Часть 1: Качественное измерение свойств изображения (Radioscopic Testing — Part 1: Qualitative Measurement of Imaging Properties)

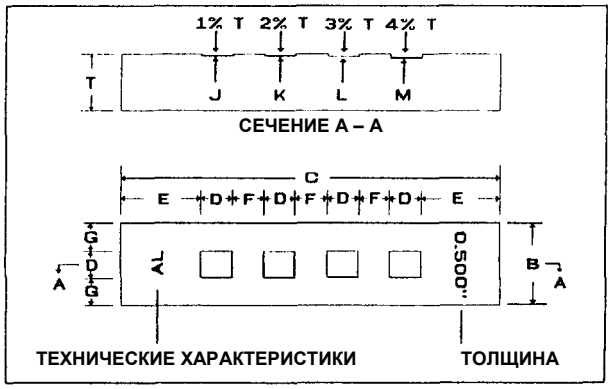
3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определения* — Определения терминов, используемых в данном руководстве, см. в документе Terminology E 1316.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО МЕТОДИКЕ

4.1 Часто полезно оценивать контрастную чувствительность системы формирования изображения проникающим из-

РИСУНОК 1 ОБЩАЯ СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРИБОРА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ



лучением отдельно от измерений пространственной разрешающей способности. Стандартные эталоны чувствительности (IQI), такие как проволочные эталоны по документу Test Method E 747 и пластинчатые эталоны по документу Practice E 1025, объединяют контрастную чувствительность и измерения разрешающей способности в общий рабочий коэффициент качества, прочие методы, такие как методы, включенные в документ Practice E 2002, не выделяют контрастность особым образом. Такие коэффициенты качества обычно не подходят для выявления незаметных изменений в рабочей характеристике системы формирования изображения. Например, в изображениях с высокой контрастностью пространственная разрешающая способность может ухудшаться, практически не оказывая заметных воздействий на общее качество изображения. Подобным образом во время использования, при котором система формирования изображения обеспечивает весьма четкое изображение, контрастность может ухудшаться с едва заметным влиянием на общее качество изображения. Данные ситуации часто создаются и могут оставаться незамеченными до тех пор, пока характеристики системы не ухудшатся ниже допустимых границ качества изображения.

5. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

5.1 Прибор измерения контрастной чувствительности измеряет контрастную чувствительность независимо от ограничений по пространственной разрешающей способности системы формирования изображения. Размеры впадины по толщине прибора измерения контрастной чувствительности являются крупными относительно ограничений по пространственной разрешающей способности большинства систем формирования изображения. Измеряется четыре уровня контрастной чувствительности: 4%, 3%, 2% и 1%.

5.2 Прибор измерения контрастной чувствительности предназначен для использования вместе с прибором измерения сверхконтрастной разрешающей способности, таким как дуплексный проволочный эталон чувствительности EN 462-5. Подобные приборы измеряют пространственную разрешающую способность, существенным образом не зависящую от контрастной чувствительности системы формирования изображения. Подобные измерения приемлемы для аттестации и контроля систем формирования радиографических и рентгеноскопических изображений.

5.3 Характеристики рентгеноскопической /радиографической системы могут определяться посредством суммирования замеренной контрастной чувствительности, выраженной в процентном отношении, с пространственной разрешающей способностью, выраженной в миллиметрах нерезкости. Для прибора измерения пространственной разрешающей способности EN 462-5 нерезкость равна удвоенному диаметру проволоки. Для прибора измерения пар линий нерезкость равна обратной величине пар линии/мм. Например, система формирования изображения, которая выражает 2% контрастной чувствительности и отображает двойные проволоки 0,1 мм EN 462-5 (эквивалентно отображению 5 пар линий/мм разрешающей способности на приборе измерения пар линий), используется на уровне чувствительности 2%-0,2 мм. Стандартный метод оценки общей характеристики рентгеноскопической системы представлен в документе Practice E 1411 и в EN 13068-1.

ТАБЛИЦА 1
КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Толщина прибора	J впадина	K впадина	L впадина	M впадина
T	1% от *T*	2% от *T*	3% от *T*	4% от *T*

ТАБЛИЦА 2
РАЗМЕРЫ ПРИБОРА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Размер прибора	B размер	C размер	D размер	E размер	F,G размер
1	0,750 дюйма 19,05 мм	3,000 дюйма 76,20 мм	0,250 дюйма 6,35 мм	0,625 дюйма 15,88 мм	0,250 дюйма 6,35 мм
2	1,500 дюймов 38,10 мм	6,000 дюймов 152,40 мм	0,500 дюйма 12,70 мм	1,250 дюймов 31,75 мм	0,500 дюйма 12,7 мм
3	2,250 дюймов 57,15 мм	9,000 дюймов 228,60 мм	0,750 дюйма 19,05 мм	1,875 дюймов 47,63 мм	0,750 дюйма 19,05 мм
4	3,000 дюйма 76,20 мм	12,000 дюймов 304,80 мм	1,000 дюйм 25,40 мм	2,500 дюймов 63,50 мм	1,000 дюйм 25,4 мм

6. КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ВЫБОР МАТЕРИАЛА

6.1 Приборы измерения контрастной чувствительности должны быть изготовлены в соответствии с Рис. 1 с размерами, представленными в Таблицах 1, 2 и 3.

6.2 Предпочтительно, чтобы прибор был изготовлен из материала контролируемого объекта. В противном случае, должны использоваться следующие указания по выбору материала:

6.2.1 Материалы обозначены в восьми группах в соответствии с их характеристиками поглощения проникающего излучения: группы 03, 02 и 01 для легких металлов и группы с 1 по 5 для тяжелых металлов.

ТАБЛИЦА 3
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Размер прибора	Использование по толщине
1	До 1,5 дюймов (38,1 мм)
2	Более 1,5 дюймов (38,1 мм) до 3,0 дюймов (76,2 мм)
3	Более 3,0 дюймов (76,2 мм) до 6,0 дюймов (152,4 мм)
4	Более 6,0 дюймов (152,4 мм)

6.2.2 Группы легких металлов, такие как магний (Mg), алюминий (Al) и титан (Ti), обозначаются 03, 02 и 01 соответственно относительно их преобладающего компонента. Материалы перечислены в порядке возрастания поглощения излучения.

6.2.3 Группа тяжелых металлов, такие как сталь, сплавы на основе меди, на основе никеля и прочие сплавы, обозначаются 1 - 5. Материалы перечислены в порядке возрастания поглощения излучения.

6.2.4 Общие торговые названия или обозначения сплавов используются для распознавания соответствующих материалов.

6.3 Материалы, из которых должен изготавливаться прибор измерения контрастной чувствительности, обозначаются номером группы. Прибор подходит для всех материалов в данной группе. Материалы группируются следующим образом:

6.3.1 *Группа материалов 03:*

6.3.1.1 Прибор должен быть изготовлен из магния или сплава магния при условии, что он не более рентгеноконтрастный, чем нелегированный магний согласно методу, представленному в 6.4.

6.3.1.2 Используйте для всех сплавов, в которых магний является доминирующим легирующим компонентом.

6.3.2 *Группа материалов 02:*

6.3.2.1 Прибор должен быть изготовлен из алюминия или алюминиевого сплава при условии, что он не более рентгеноконтрастный, чем нелегированный алюминий согласно методу, представленному в 6.4.

6.3.2.2 Используйте для всех сплавов, в которых алюминий является доминирующим легирующим компонентом.

6.3.3 *Группа материалов 01:*

6.3.3.1 Прибор должен быть изготовлен из титана или титанового сплава при условии, что он не более рентгеноконтрастный, чем нелегированный титан согласно методу, представленному в 6.4.

6.3.3.2 Используйте для всех сплавов, в которых титан является доминирующим легирующим компонентом.

6.3.4 *Группа материалов 1:*

6.3.4.1 Прибор должен быть изготовлен из углеродистой стали или нержавеющей стали серии Type 300.

6.3.4.2 Используйте для углеродистой стали, низколегированных сталей, нержавеющих сталей и магний-никель-алюминиевой бронзы (Superston).

6.3.5 *Группа материалов 2:*

6.3.5.1 Прибор должен быть изготовлен из алюминиевой бронзы (Сплав № 623 Спецификации B 150) или эквивалентной или никель-алюминиевой бронзы (Сплав № 630 Specification B 150) или эквивалентной.

6.3.5.2 Используйте для всех алюминиевых и никель-алюминиевых бронз.

6.3.6 *Группа материалов 3:*

6.3.6.1 Прибор должен быть изготовлен из железохромоникелевого сплава (UNS № N06600) (Inconel). См. Specification B 166.

6.3.6.2 Используйте для железохромоникелевого сплава и 18% никелевой мартенситно-стареющей стали.

6.3.7 *Группа материалов 4:*

6.3.7.1 Прибор должен быть изготовлен из 70 до 30 никель-медного сплава (Monel) (Класс A или B спецификации B 164) или эквивалентного или 70 до 30 медно-никелевого сплава (Сплав G Specification B 161) или эквивалентного.

6.3.7.2 Используйте для никелевой, медной, никель-медной серии или медно-никелевой серии сплавов, все латуни (медно-цинковые сплавы) и все свинцовые латуни.

6.3.8 *Группа материалов 5:*

6.3.8.1 Прибор должен быть изготовлен из оловянистой бронзы (Сплав D Specification B 139).

6.3.8.2 Используйте для оловянистых бронз, включая бронзовый сплав и клапанная бронза и оловянисто-свинцовистые бронзы.

6.4 Если контролируемый материал является композиционным, керамическим или неметаллическим, или по некоторым причинам не может быть получен для изготовления прибора, тогда может применяться эквивалентный материал при условии, что он не более рентгеноконтрастный, чем объект осмотра при сопоставимых условиях энергии проникающего излучения. Для определения приемлемости заменяющего материала, идентичная радиографическая толщина обоих материалов на одной пленке с применением низкой энергии проникающего излучения должны использоваться во время фактического осмотра. Показания денситометра для измерения в проходящем свете относительно обоих материалов должны находиться в диапазоне от 2,0 до 4,0. Если радиографическая плотность замещающего материала находится в пределах +15% до -0% контролируемого материала, замещающий материал допустим.

6.4.1 Все приборы измерения контрастной чувствительности должны быть промаркированы соответствующим образом посредством вибро-гравирования или травления. Толщина прибора и тип материала должны быть четко промаркированы.

7. УРОВНИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

7.1 Уровни эффективности системы формирования изображения обозначаются посредством двухсоставных замеров, выраженных C(%) — U(мм).

Первая часть выражения С(%) относится к глубине самого неглубокого плоскодонного отверстия, которое может быть надежно и многократно отображаться. Вторая часть выражения относится к сопутствующему замеру пространственной разрешающей способности, выполненному с помощью прибора измерения разрешающей способности, выраженному в миллиметрах нерезкости. Если контрастная чувствительность измеряется для характеристик и тонкого, и толстого профиля, уровень производительности выражается как $С_{мин}$ (%) – $С_{макс}$ (%) – U(мм).

7.2 Каждый прибор измерения контрастной чувствительности имеет четыре плоскодонные впадины, которые представляют 1%, 2%, 3% и 4% от общей толщины прибора. Самая неглубокая впадина, которая может надежно и многократно отображаться, должна задавать ограничивающую контрастную чувствительность.

7.3 Замеры контрастной чувствительности должны быть выполнены по мере возможности при условиях практически идентичных фактическому контролю. Энергия проникающего излучения, формирование изображения, обработка, анализ, отображение и переменные должны точно имитировать среду фактического контроля.

8. ЭТАПЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ (СМ. ТАБЛИЦУ 1)

8.1 Толщина прибора *T* должна находиться в пределах ±5% значения толщины контролируемого объекта, при котором определяется контрастная чувствительность.

8.2 Допуск по толщине прибора должен быть в пределах ±1% расчетной толщины прибора *T* или 0,001 дюйма (0,02 мм), выбирается большее значение.

8.3 Допуск по глубине впадины прибора должен быть ±10% от расчетного значения для самой неглубокой впадины или 0,001 дюйма (0,02 мм), выбирается большее значение.

8.4 Радиус внешнего и внутреннего угла впадины прибора не должен превышать 0,062 дюйма (1,80 мм). Для облегчения изготовления прибор может быть собран из трех индивидуально обработанных элементов: (7) обработанная центральная часть, содержащая 1% *T,* 2% *T,* 3% *T* и 4% *T* фрезерованные пазы; (2) передней направляющей и (5) задней направляющей. Сборка трех элементов формирует готовый прибор, идентичный тому, который изображен в Приложении XI.

8.5 Допуск на размер прибора должен быть в пределах ±0,010 дюйма (0,25 мм) размеров, заданных в Таблице 2.

9. ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЭФФЕКТИВНОСТИ

9.1 В данной методике ничто не подразумевает обязательный или допустимый уровень эффективности контрастной чувствительности. Данное решение должно быть согласовано между поставщиком и пользователем услугами по контролю проникающим излучением.

9.2 Значения глубины впадины, заданные в Таблице 1, обеспечивают точки измерения при 1%, 2%, 3% и 4%, которые предоставляют конфигураций системы формирования многократных изображений. Другие точки измерения контрастной чувствительности могут получаться посредством размещения прибора на подкладке, выполненной из материала прибора. Получающийся замер контрастной чувствительности, выраженный в процентном отношении, рассчитывается по следующей формуле:

$$\%\ \text{контрастности} = \frac{R}{T + S} \times 100$$

где:
R = глубина впадины,
S = толщина подкладки, и
T = толщина прибора.

Если для указания в документации производительности рентгенологической радиоскопической системы требуется, чтобы другие значения глубины впадины, могут изготавливаться специальные приборы измерения контрастной чувствительности посредством изменения глубины впадин, указанной в Таблице 1, согласно заданным требованиям.

10. ПРОТОКОЛЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

10.1 Результаты измерения контрастной чувствительности должны регистрироваться и сохраняться как часть исходных протоколов аттестации и контроля рабочих характеристик системы формирования изображения. Изменения в контрастной чувствительности могут быть начальным признаком ухудшения эффективности системы формирования изображения.

11. ТОЧНОСТЬ И СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

11.1 Никакого отчета о точности или систематической погрешности для определения контрастной чувствительности рентгенологической (радиографической или рентгеноскопической) системы с использованием прибора измерения контрастной чувствительности, описанного в данной методике, не подготовлено.

12. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

12.1 прибор измерения контрастной чувствительности; гамма лучи; формирование изображения; обработка изображения; эталон чувствительности; пар линий на миллиметр; проникающее излучение; пространственная разрешающая способность; рентгеновские лучи

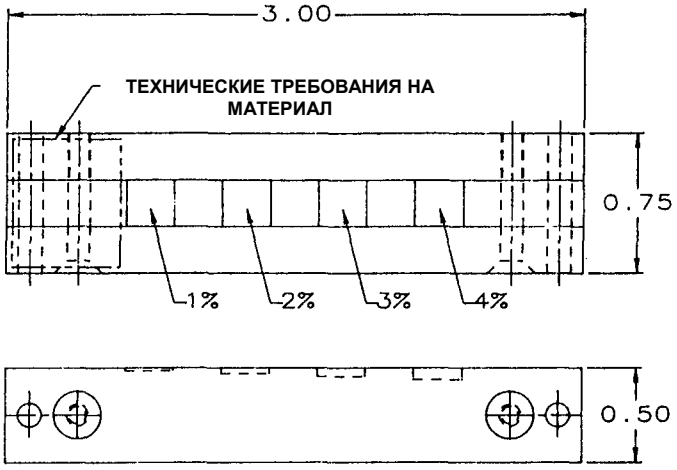
ПРИЛОЖЕНИЕ

(необязательное, для справки)

X1. СБОРКА ПРИБОРА ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

X1.1 С помощью предлагаемого метод сборки прибора измерения контрастной чувствительности из фрезерованной центральной части с присоединенными передними и задними направляющими создается готовый прибор измерения контрастной чувствительности. Изображенный пример (см. Рис. X1.1) - для использования с объектом контроля толщиной 0,500 дюйма.

РИС. X1.1 ПРИБОР ИЗМЕРЕНИЯ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ



СТАТЬЯ 23
СТАНДАРТЫ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ

A08

ТИПОВАЯ ПРАКТИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ТЯЖЕЛЫХ СТАЛЬНЫХ ПОКОВОК

SA-388/SA-388M

(Аналогичен Техническим требованиям ASTM A 388/A 388M-07)

1. Область применения

1.1 Данная методика содержит описание порядка проведения контроля контактным, эхо импульсным ультразвуковым способом тяжелых стальных поковок с помощью прямого и наклонного луча. Метод прямого луча подразумевает использование метода DGS (расстояние/размер зерна). См. Приложение X3.

1.2 Данная методика должна применяться во всех случаях, когда запрос, контракт, заказ или технические условия требуют проведения ультразвукового контроля поковок согласно Методике A 388/A 388M.

1.3 Значения, указанные либо в дюймах-фунтах, либо в единицах измерения системы СИ, должны рассматриваться как стандартные. Значения, указанные в каждой системе, не являются точными эквивалентами; следовательно, каждая система должна применяться независимо друг от друга. Смешение значений из двух систем может привести к несоблюдению технических требований.

1.4 Технические требования данного документа и применяемых спецификаций на материалы выражены как в неметрических единицах (дюймы-фунты), так и в метрических системы СИ. Однако если заказ не содержит обозначения "M" (единицы измерения системы СИ), в этом случае данные о материале будут выражены в дюймах-фунтах.

1.5 *Данный стандарт не ставит целью охватить все вопросы безопасности, связанные с его использованием, если существует такая необходимость. Пользователь данного стандарта несет ответственность за разработку и реализацию соответствующих правил техники безопасности и охраны труда, а также за определение применимости нормативных ограничений перед использованием.*

2. Ссылочные документы

2.1 *Стандарты ASTM::*

A 469/A 469M Specification for Vacuum-Treated Steel Forgings for Generator Rotors (Технические требования к вакуумированным стальным поковкам для роторов генератора)

A 745/A 745M Practice for Ultrasonic Examination of Austenitic Steel Forgings (Методика ультразвукового контроля поковок из аустенитной стали)

E 317 Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Testing Instruments and Systems Without the Use of Electronic Measurement Instruments (Методика оценки рабочих характеристик приборов и систем для ультразвукового эхо-импульсного контроля без использования электронных приборов контроля)

E 428 Practice for Fabrication and Control of Metal, Other Than Aluminum Reference, Blocks Used in Ultrasonic inspection (Методика изготовления и контроля стальных контрольных образцов, используемых при ультразвуковом методе проверки)

E 1065 Guide for Evaluating Characteristics of Ultrasonic Search Units (Руководство по оценке характеристик ультразвуковых искателей)

2.2 *Стандарт ANSI:*

B46.1 Surface Texture (Текстура поверхности)

2.3 *Прочая документация:*

Recommended Practice for Nondestructive Personnel Qualification and Certification SNT-TC-lA (1988 or later) (Рекомендуемая методика аттестации и сертификации персонала, выполняющего НРК, SNT-TC-1A (1988 или позже))

3. Терминология

3.1 *Определения:*

3.1.1 *скопления индикаторных следов* — пять или более индикаторных следов в объеме, представляющем куб в отливке размером 2 дюйма [50 мм] или менее.

3.1.2 *отдельные индикаторные следы* — отдельные индикаторные следы, демонстрирующие снижение амплитуды по мере перемещения искателя в любом направлении от положения максимальной амплитуды, при этом данные индикаторные следы слишком малы, чтобы учитывать их как распространяющиеся или плоские.

3.1.3 *плоские индикаторные следы* — индикаторные следы считаются непрерывными на плоскости, если их главная ось больше 1 дюйма [25 мм] или в два раза превышает размер датчика, выбирается большее значение, и при этом показание не распространяющегося типа.

3.1.4 *распространяющиеся индикаторные следы* — индикаторные следы, у которых передний край уходит на расстояние равное 1 дюйм [25 мм] или более вглубь при перемещении датчика по поверхности поковки.

4. Информация для размещения заказа

4.1 Если данная методика применяется в отношении заявки, контракта или заказа, покупатель должен указать и предоставить следующую информацию:

4.1.1 Обозначение (включая год),

4.1.2 Метод приведения чувствительности в соответствие с п.п. 8.2.2 и 8.3.3 (V-образный надрез или прямоугольный надрез),

4.1.2.1 Диаметр и размеры контролируемого металла (отверстие с плоским дном и контрольный образец) в соответствии с 8.2.2.2,

4.1.3 Уровень качества для всей поковки или ее частей согласно 11.3, и

4.1.4 Любые варианты исполнения согласно 1.4, 5.4, 5.5, 6.1,7.1,7.2,8.1.11,9.1 и 9.2.

5. Оборудование

5.1 Для выполнения контроля необходимо использовать ультразвуковые, импульсные КИП и КИП, предназначенные для работы с отраженными волнами. Система, как минимум, должна иметь возможность контроля на частоте от 1 до 5 МГц. После контроля поковок из аустенитной стали система должна иметь возможность контроля при частоте до 0,4 МГц.

5.1.1 Ультразвуковой КИП должен обеспечивать линейное представление (в пределах 5%) не менее чем в 75% высоты экрана (строка развертки до верхней части экрана). Указанная линейность, равная 5%, подразумевает экранное представление амплитуды. Линейность КИП должна проверяться в соответствии с Методикой E 317. Для формирования заданной линейности ± 5% можно использовать любой комплект образцов, обработанных в соответствии с Методикой E 317 или E 428.

5.1.2 Электронное оборудование должно включать аттенюатор [точность по всему полезному диапазону до ± 10% (± 1 дБ) амплитудного коэффициента], который позволяет выполнить измерение индикаторных следов, превышающих линейный диапазон КИП.

5.2 *Искатели* с преобразователем и максимальной активной площадью 1 дюйм^2 [650 мм^2] с размерами не менее $^3/_4$ дюйма [20 мм] до макс. 1 1/8 дюйма [30 мм] должны использоваться для сканирования прямым лучом (см. 8.2). Искатели ($^1/_2$ x 1 дюйм [13 x 25 мм] до 1 x 1 дюйм [25 x 25 мм]) должны использоваться для сканирования угловым лучом (см. 8.3).

5.2.1 *Преобразователи* должны использоваться на расчетных частотах.

5.2.2 Для оценки и определения индикаторных следов можно использовать другие искатели.

5.3 Должны применяться *контактные среды,* которые обладают хорошими характеристиками по смачиванию SAE № 20 или 30 – моторное масло, глицерин, скипидар или вода. Контактные среды могут быть несовместимы. Однако одна и та же контактная среда должна использоваться и для калибровки и для контроля.

5.4 *Контрольные образцы* с плоскодонными отверстиями могут также использоваться для калибровки оборудования в соответствии с 5.1.1. Их можно использовать для установки уровней регистрации при контроле прямым лучом, когда это указано в заказе или контракте.

5.5 *Шкала DGS,* соответствующая ультразвуковому испытательному оборудованию и преобразователю, которые подлежат использованию, может использоваться для регистрации уровней контроля прямым лучом, когда это указано в заказе или контракте. Диапазон шкалы DGS должен быть выбран для охвата всей толщины поперечного сечения контролируемой поковки. Пример наложения DGS представлен в Приложении X3.

6. Требования к персоналу

6.1 Персонал, выполняющий ультразвуковой контроль в соответствии с данной методикой, должен быть аттестован и сертифицирован согласно инструкции, соответствующей рекомендуемой методике SNT-TC-1A (1988 или позже) или другому государственному стандарту, который является приемлемым как для покупателя, так и для поставщика.

7. Подготовки поковки для ультразвукового контроля

7.1 Если иное не указано в заказе или контракте, поковка подлежит механической обработке для подготовки цилиндрических поверхностей к радиальному контролю (для поковок круглого сечения). Торцевые стороны поковок должны быть обработаны таким образом, чтобы они были перпендикулярны оси поковки для выполнения осевого контроля. Торцевые поверхности диска и прямоугольных поковок должны быть обработаны до получения плоской поверхности, параллельной противоположной.

7.2 Шероховатость внешних поверхностей не должна превышать 250 микродюймов [6 мкм], если иное не указано в чертеже поковки, или если это указано в заказе или контракте.

7.3 Поверхности поковок, подлежащие контролю, не должны содержать инородных предметов (окалина, краска, грязь и т.д.).

8. Процедура контроля

8.1 *Общие положения:*

8.1.1 По возможности выполнить ультразвуковой контроль всего объема поковки. Из-за радиусов при изменении поперечного сечения и других местных конфигураций бывает невозможно выполнить контроль поковки на некоторых сечениях.

8.1.2 Ультразвуковой контроль проводится после термической обработки с целью придания определенных механических свойств (исключая термообработку для снятия внутренних напряжений) однако до сверловки, формирования шпоночных канавок, ласок, канавок или формирования контура деталей в разрезе. Если форма поковки, требуемая для придания определенных механических свойств при термообработке, не допускает выполнение Последующего полного контроля поковки, в этом случае допускается контроль до придания механических свойств при помощи термообработки. В таких случаях необходимо выполнить повторный контроль поковки ультразвуковым способом в максимально возможном объеме после термообработки.

8.1.3 Для обеспечения полного обследования объема поковки необходимо перемещать искатель таким образом, чтобы каждой последующий проход сканирования заходил на предыдущий как минимум на 15%.

8.1.4 Что касается сканирования вручную, то не следует превышать скорость сканирования в 6 дюймов / сек. [150 мм/с].

8.1.5 Что касается автоматического сканирования, необходимо отрегулировать скорость сканирования, или интервал повторения КИП, или тот и другой параметр, для определения самых незначительных несплошностей, в отношении которых дана ссылка в спецификации, а также для обеспечения записи или функционирования сигнального устройства. Скорость сканирования никогда не должна превышать скорость, при которой достигается допустимая калибровка.

8.1.6 По возможности выполнить сканирование всех сечений поковок в двух перпендикулярных направлениях.

8.1.7 Выполнить сканирование дисковых поковок с помощью метода, основанного на применении прямого луча, как минимум на одной плоской торцевой поверхности и в радиальном направлении по окружности при наличии такой возможности.

8.1.8 Выполнить сканирование цилиндрических секций и полых поковок радиально с помощью прямого луча. По возможности также необходимо выполнить контроль поковки в осевом направлении.

8.1.9 Кроме того, выполнить контроль полых поковок методом углового луча со стороны наружной поверхности, как указано в 8.3.1.

8.1.10 При повторной проверке или оценке изготовителем или покупателем необходимо использовать совместимое оборудование, искатели, параметры частоты и контактную среду.

8.1.11 Поковки могут контролироваться либо в неподвижном состоянии, либо при вращении на токарном станке или на роликах. Если не указано покупателем, можно использовать любой метод по выбору изготовителя.

8.2 *Контроль прямым лучом:*

8.2.1 Что касается контроля прямым лучом, необходимо использовать искатель с номинальной частотой 2 1/4-МГц по возможности; однако 1 МГц является рекомендуемым значением частоты для аустенитных крупнозернистых материалов и при больших расстояниях проведения контроля. Во многих случаях при контроле аустенитных материалов с крупной зернистостью можно использовать частоту 0,4 МГц. Можно использовать другие частоты, если это необходимо для лучшего разрешения, проникающей способности или выявления дефектов.

8.2.2 Отрегулировать чувствительность КИП с помощью отражательного, образцового метода или метода DGS (см. Приложение X3, в котором приведено объяснение метода DGS).

8.2.2.1 *Метод обратного отражения (Калибровка обратным отражением, которое применяется к поковкам с параллельным передней и задней поверхностями)* — При помощи аттенюатора, настроенного на соответствующий уровень, например, от 5 до 1 или 14 дБ, отрегулировать систему управления КИП для получения обратного отражения около 75% всей высоты экрана с обратной стороны поковки. Просканировать поковку при максимальной настройке усиления аттенюатора (аттенюатор настроен на 1 до 1). Выполнить оценку несплошностей при усилении, настроенном на контрольный уровень. Повторная калибровка требуется при значительных изменениях толщины или диаметра.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Высокие уровни чувствительности обычно не используются при контроле поковок из аустенитной стали вследствие сопровождающего высокого уровня "шума" или "помех", которые вызваны крупно-зернистостью материала.

8.2.2.2 *Калибровка по контрольному по образцу* — Шероховатость контролируемой поверхности калибровочного образца должна быть сопоставима, но не лучше контролируемого изделия. Отрегулировать систему контроля КИП для получения требуемой амплитуды сигнала от плоскодонного отверстия образца. Необходимо использовать аттенюатор для задания амплитуд больше чем вертикальная линейность КИП. В этих случаях отменить аттенюацию до сканирования поковки.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Когда указывается калибрование образца с плоской поверхностью, необходимо отрегулировать амплитуду индикаторного следа на образце или образцах для корректировки кривизны поверхности контроля (пример приведен в Приложении XI).

8.2.2.3 *Калибровка по DGS* — Перед использованием необходимо проверить, что перекрытие DGS соответствует размеру и частоте преобразователя. Точность перекрытия может быть проверена с помощью образцов и инструкций, которые указаны в Методике E 317. Перекрытия должны быть последовательными для соответствия системы испытания с помощью преобразователя и эхо импульсного оборудования, с которыми они должны использоваться.

8.2.2.4 Выбрать соответствующую шкалу для толщины по поперечному сечению поковки, которая подлежит контролю. Установить прозрачный экран на экран ЭЛТ и обеспечить совпадение базовой линии шкалы DGS со строкой развертки экрана ЭЛТ. Расположить датчик на поковке, настроить усиление для того, чтобы сформировать первый эхо-сигнал от обратной стенки на экране ЭЛТ в отчетливом виде. С помощью системы управления задержкой и разверткой переместить рисунок на экране таким образом, чтобы передняя кромка начального импульса стояла на нуле шкалы DGS, а эхо-сигнал задней стенки – на значении шкалы DGS (с учетом толщины поковки). Отрегулировать усиление таким образом, чтобы эхо-сигнал задней стороны поковки соответствовал высоте контрольного наклона DGS в пределах ± 1 дБ. Будучи отрегулированным один раз, необходимо увеличить усиление на количество ДБ, как показано на шкале DGS контрольного наклона. КИП в настоящее время откалиброван. Размеры дефекта, которые могут быть с высокой достоверностью определены, могут быть непосредственно измерены на экране ЭЛТ. Данные размеры дефекта представляют собой эквивалентный отражатель с плоским дном, который может быть использован в качестве ориентира.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Вышеуказанные методы могут быть использованы на всех сплошных поковках. Сигнал от полых поковок цилиндрической формы или поковок с отверстиями должен быть отрегулирован таким образом, чтобы обеспечивалась корректировка затухания при наличии центрального отверстия (см. Приложение X4).

8.2.3 *Повторная калибровка*— Любое изменение, касающееся искателя, контактной среды, настроек КИП или скорости сканирования, относительно тех параметров, которые используются для калибровки, требуют повторной калибровки. Выполнять калибровку как минимум один раз за 8-часовую смену. Если потеря составляет 15% или более по уровню усиления, в этом случае повторно выполнить требуемое калибрование и проверку всех материалов, которые были проверены в предыдущем периоде калибрования. Если отмечено увеличение 15% или более по уровню усиления, в этом случае необходимо выполнить повторную оценку всех зарегистрированных данных.

8.2.4 Во время контроля поковок проверить обратное отражение по каждому значимому снижению амплитуды. Уменьшение амплитуды обратного отражения может указывать не только на наличие несплошности, но и на плохой контакт искателя с поверхностью поковки, непараллельность поверхности обратного отражения или местные различия аттенюации поковок. Выполнить повторную проверку участков, которые являются причиной потери обратного отражения.

8.3 *Контроль угловым лучом —Кольцеобразные и полые поковки:*

8.3.1 Выполнить контроль окружности кольцеобразных и полых поковок, у которых длина по оси больше 2 дюймов [50 мм] и отношение наружного диаметра к внутреннему менее 2,0 к 1.

8.3.2 Необходимо применять искатель с угловым лучом 1 МГц, 45 градусов, если толщина, отношение НД/ВД или другие геометрические параметры не ведут к невозможности выполнения калибрования. В случае необходимости можно использовать другие частоты для лучшего разрешения, проницаемости или выявления дефектов. Что касается контроля полых поковок угловым лучом до отношения 2,0 к 1, в этом случае необходимо предоставить преобразователь с призмой или башмаком, что повлияет на режим луча и угол, который обусловлен размером и формой контролируемого поперечного сечения.

8.3.3 Выполнить калибрование КИП с целью контроля угловым лучом для получения амплитуды индикаторного следа около 75% всей высоты экрана с прямоугольника или V-образного надреза 60 градусов по внутреннему диаметру (ID, ВД) в осевом направлении и параллельно оси поковки. Можно использовать совершенно самостоятельный калибровочный стандарт; однако должен присутствовать тот же самый номинальный состав, способ термической обработки и толщина как у поковки, которую представляет образец. Отделка испытываемой поверхности на калибровочном образце должна быть сравнима, однако не лучше, чем контролируемое изделие. Если формируется группа идентичных поковок, в этом случае одна из этих поковок может использоваться в качестве самостоятельного калибровочного стандартного образца. Выполнить надрез по ВД с глубиной не более 3% толщины ¼ дюйма (6 мм) в зависимости оттого, что меньше, с длиной около 1 дюйм [25 мм]. Толщина определяется как толщина поковки, которая подлежит контролю, во время контроля. При тех же настройках КИП получить отражение от такого же надреза по НД. Нарисовать линию через пиковые точки первых отражений, которые получены с надрезов ВД и НД. Это будет контрольная линия амплитуды. Предпочтительно по возможности иметь надрезы в избыточном металле или контролируемом металле. Если надрез НД не может быть выявлен при контроле поверхности НД, в этом случае необходимо выполнить контроль, когда представится возможность (некоторые ВД могут быть слишком маленькими для выполнения контроля), как указано выше с поверхностей и НД, и ВД. Использовать надрез ВД при контроле НД и надрез НД при контроле ВД. Клинья или башмаки могут использоваться при необходимости и возможности.

8.3.4 Выполнить контроль сканированием по всей площади поверхности по окружности, как по часовой, так и против часовой стрелки относительно поверхности НД. Выполнить контроль поковок, которые не могут быть проконтролированы в осевом направлении с помощью прямого луча, в обоих осевых направлениях с помощью наклонного искателя. При осевом сканировании использовать прямоугольный или V-образный (60 градусов) надрезы на ВД и НД в целях калибрования. Такие надрезы должны располагаться в перпендикулярном положении к оси поковки с теми же размерами, что и осевой надрез.

9. Регистрация данных

9.1 *Контроль прямым лучом* — Зарегистрировать следующие индикаторные следы в качестве информации для покупателя. Такие регистрируемые индикаторные следы не представляют собой неприемлемых параметров, если это не оговаривалось в заказе на поставку или контракте.

9.1.1 Для отдельных индикаторных следов указать в отчете:

9.1.1.1 При использовании метода обратного отражения отдельные индикаторные следы, равные или превышающие 10% номинального значения обратного отражения от прилегающей зоны, свободной от индикаторных следов; и

9.1.1.2 при методе образца или DGS - индикаторные следы, равные или превышающие 100% эталонной амплитуды.

9.1.2 Для индикаторных следов (плоских, распространяющихся или скоплений) определить местоположение краев и главную и вспомогательную оси посредством методики применения половинной амплитуды (падение на 6 дБ) и зафиксировать:

9.1.2.1 Изменение глубины или площади плоского участка или и того, и другого для распространяющихся дефектов,

9.1.2.2 Длина основной и вспомогательной оси плоских дефектов, а также

9.1.2.3 Объем, занимаемый скоплениями дефектов, и диапзон амплитуды.

9.2 *Контроль угловым лучом* — Выполнить регистрацию индикаторных следов несплошностей, равных или превышающих 50% индикаторного следа опорной линии. Если невозможно сформировать опорную линию амплитуды, в этом случае необходимо зарегистрировать индикаторные следы несплошностей, равные или превышающие 50% надреза на образце. Такие регистрируемые индикаторные следы не являются причиной выбраковки, если иное не указано в заказе на поставку.

9.3 Зафиксировать снижение обратного отражения более чем на 20% начальной величины, замеренной с шагом 10%.

9.4 При регистрации значений необходимо ввести корректировки на расходимость пучка по номинальной глубине дефекта (см. документ Guide E 1065).

9.5 Зафиксировать амплитуду индикаторных следов с шагом 10%.

10. Отчет

10.1 В отчете необходимо указать следующую информацию:

10.1.1 Все регистрируемые индикаторные следы (см. Раздел 9).

10.1.2 Для формирования отчета по местоположению регистрируемых индикаторных следов должен быть подготовлен эскиз, отражающий контур поковки, включая размеры всех участков, которые не были проконтролированы вследствие геометрической формы, номер чертежа покупателя, номер заказа покупателя и заводской номер изготовителя, а также осевое, радиальное распределение и распределение по окружности регистрируемых индикаторных следов, выявленных ультразвуковым способом.

10.1.3 Обозначение (включая год) контроля, а также используемая частота, метод настройки чувствительности, тип КИП, отделка поверхности, контактная среда и применяемый искатель.

10.1.4 ФИО контролера или его данные и даты выполнения контроля.

11. Уровни качества

11.1 Данная методика имеет целью применение в отношении поковок с широким диапазоном размеров, форм, состава, процессов выплавки и проч. Таким образом, невозможно указать уровень качества УЗК, который будет универсально применяться к такой разнообразной номенклатуре изделий. Критерии для приемки и выбраковки с помощью ультразвукового метода в отношении поковок должны быть основаны на реалистичной оценке технических требований и качества, которое, как правило, может быть достигнуто при производстве определенного типа поковок.

11.2 Тяжелые поковки из аустенитной нержавеющей стали с большим трудом пропускают ультразвуковой сигнал по сравнению с подобными поковками из углеродистых или низколегированных сталей. Степень затухания обычно возрастает с увеличением площади сечения; уровень шума, общий или на изолированных участках, может становиться слишком высоким для выявления дискретных индикаторных следов. Во многих случаях такое затухание возникает в результате внутренней крупнозернистой микроструктуры данных аустенитных сплавов. По этим причинам методы и стандарты, применяемые для ультразвукового контроля поковок из углеродистой и низколегированной стали, не могут применяться в отношении тяжелых поковок из аустенитной стали. В общем и целом, используется только прямой луч с образцом обратного отражения. Однако применение Методики A 745/ A 745M в отношении поковок из аустенитной стали может рассматриваться при условии, что требуется наличие образцов с плоскодонным отверстием или контроль этих марок с помощью углового луча.

11.3 Уровни качества должны быть установлены по согласованию между покупателем и производителем на основании одного или нескольких критериев, указанных ниже.

11.3.1 *Контроль прямым лучом:*

11.3.1.1 Кроме индикаторных следов больше определенной относительной величины контрольного обратного отражения.

11.3.1.2 Кроме индикаторных следов, равных или превышающих индикаторные следы, получаемые с плоскодонного отверстия заданного образца или образцов.

11.3.1.3 Кроме участков, которые характеризуются потерей обратного отражения, большего определенной относительной величины контрольного обратного отражения.

11.3.1.4 Кроме индикаторных следов согласно 11.3.1.1 или 11.3.1.2 в сочетании с определенной потерей результирующего обратного отражения по 11.3.1.3.

11.3.1.5 Кроме индикаторных следов, превышающих опорный уровень, указанный в методе DGS.

11.3.2 *Контроль угловым лучом* — Кроме индикаторных следов, превышающих указанное относительное значение отражения от контрольного надреза или опорной линии амплитуды.

11.4 Разумное применение ультразвуковых уровней контроля подразумевает понимание влияния многих параметров на результаты контроля.

12. Ключевые слова

12.1 контроль угловым лучом; обратное отражение; DGS; образец; контроль прямым лучом; ультразвуковой

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Необходимо применять следующие дополнительные требования только в тех случаях, когда это указано покупателем в заявке, контракте или заказе. Данные должны быть согласованы между изготовителем и покупателем.

S1. КРИТЕРИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

S1.1 Калибрование образца должно выполняться с помощью как минимум трех отверстий, расположенных на минимальной, средней и максимальной толщине испытываемого изделия и должно использоваться для формирования кривой DAC. Применяются отверстия со следующими размерами:

$^{1}/_{16}$ дюйма [1,5 мм] – отверстия с плоским дном (FBH) при толщине менее 1,5 дюйма [40 мм]

(a) $^{1}/_{8}$ дюйма [3 мм] FBH при толщине 1,5–6 дюймов [40–150 мм] включительно

(b) $^{1}/_{4}$ дюйма [6 мм] FBH при толщине свыше 6 дюймов [150 мм]

S1.2 Критерии по составлению отчета включают:

(a) все индикаторные следы, превышающие кривую DAC

(b) два или более индикаторных следа, отстоящие друг от друга на $^{1}/_{2}$ дюйма [12 мм] или менее

ПРИЛОЖЕНИЯ

(Необязательная информация)

X1. КОРРЕКТИРОВКА ТИПОВЫХ НАСТРОЕК ДЛЯ УЧЕТА КРИВИЗНЫ ПОКОВКИ

X1.1 Кривая (Рис. Xl.l) была построена при следующих условиях испытания:

Материал	**Сталь легированная с содержанием никеля, молибдена, ванадия (Спецификация A 469/ A 469M, класс 4)**
КИП	**Тип УЗ-рефлектоскоп**
Искатель	**Диаметр 1 1/8 дюйма [30 мм]**
Частота	**2 1/4 МГц**
Контрольный образец	**ASTM № 3-0600 (алюминий)**
Площадь отражения	**0,010 дюйма 2 [6,5 мм2] в легированной**
опорной кривой	**стали из никеля, молибдена, ванадия**
Отделка поверхности	**250 мкдюйма [6 мкм] макс. шероховатость**

X1.2 Для того, чтобы использовать кривую, необходимо настроить чувствительность рефлектоскопа для получения заданного ультразвукового отклика на образце ASTM № 3-0600 по каждому диаметру. Применяется отклик (развертка/пиковый сигнал) 1 дюйм [25 мм] для плоских поверхностей. Применять аттенюатор для получения заданной амплитуды, однако испытание выполнять при настройке 1 - 1.

X2. РЕГУЛИРОВКА АМПЛИТУДЫ ИНДИКАТОРНОГО СЛЕДА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ РАССТОЯНИЯ ВО ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЙ

X2.1 Кривая (рис. X2.1) была построена для следующих условий испытаний:

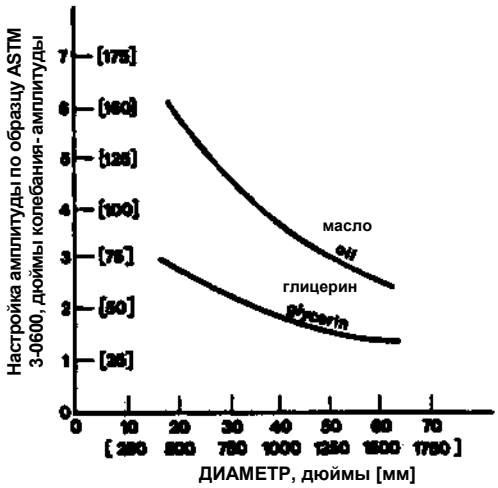
Материал	**Сталь легированная с содержанием никеля, молибдена, ванадия (Спецификация A 469/ A 469M, класс 4)**
КИП	**Тип УЗ-рефлектоскоп**
Искатель	**Диаметр 1 1/8 дюйма [30 мм]**
Частота	**2 1/4 МГц**
Контактная среда	**Масло № 20**
Контрольный образец	**ASTM № 3-0600 (алюминий)**
Площадь отражения	**0,010 дюйма 2 [6,5 мм2] в легированной**
опорной кривой	**стали из никеля, молибдена, ванадия**
Отделка поверхности	**250 мкдюйма [6 мкм] макс. шероховатость**

X2.2 Для использования кривой необходимо установить амплитуду по образцу ASTM до совпадения со значениями из Приложения XI.

X3. СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО МЕТОДАМ DGS

X3.1 Покрытие на Рис. X3.1 было рассчитано на 2,0 МГц, датчик диаметром 1

РИС. X1.1 ТИПОВАЯ КРИВАЯ КОРРЕКТИРОВКИ УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ КРИВИЗНЫ ПОКОВКИ



дюйм [25 мм] и максимальное контрольное расстояние 39,4 дюйм [1 000 мм]. Для использования данного покрытия базовое время развертки должно быть точно откалибровано по используемому покрытию. Затем обратное отражение корректируется либо по линии RE + 10 дБ или RE + 20 дБ по испытываемой толщине; по соответствующей линии добавляют дополнительное усиление (10 или 20 дБ). Линия RE + 20 охватывает диапазон до 15,7 дюйм [400 мм] прим., а линия RE + 10 – от 15.7 до 39,4 дюйм [400 - 1 000 мм]. При подобной калибровке размер дефекта считывают непосредственно с экрана. Размеры дефектов от 0,078 до 1 дюйм [2 - 25 мм] можно считать с покрытия.

X4. КОРРЕКТИРОВКА ЗАТУХАНИЯ В ОТВЕРСТИЯХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЦЕНТРЕ ПОЛЫХ ПОКОВОК ИЛИ ПОКОВОК С ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ РАСТОЧКОЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА DGS

X4.1 Отверстие в цилиндрической поковке с расточкой ведет к рассеиванию звука. В этих случаях требуется корректировка, которая зависит от толщины стенки и диаметра расточного отверстия.

X4.1.1 Определить поправку в дБ по номограмме (Рис. X4.1). С управлением усиления GAIN-дБ продолжить действия согласно п. 8.2.2.4, снижая усиление дефектоскопа на величину поправки.

РИС. X2.1 ТИПОВАЯ КРИВАЯ DAC



РИС. X4.1 ПРИМЕР ПЕРЕКРЫТИЯ DGS

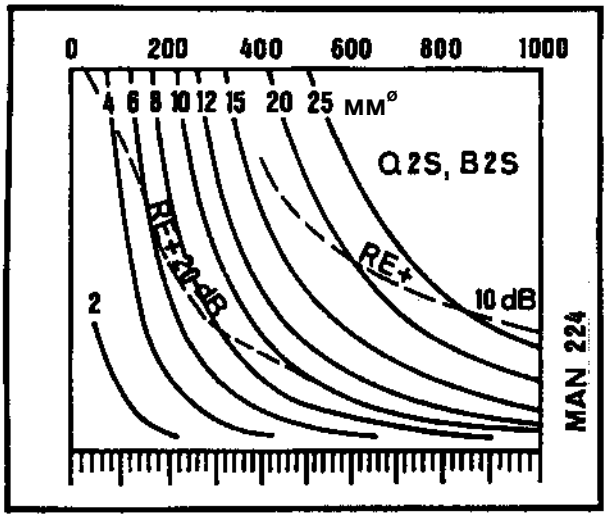
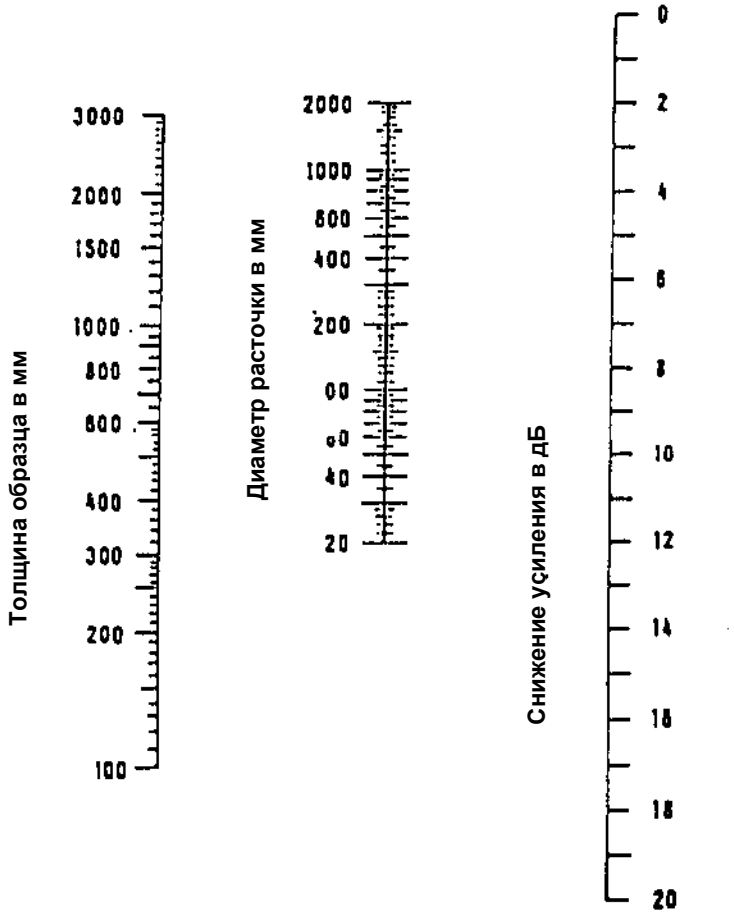


РИС. X4.2 ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ НА АМПЛИТУДУ ЭХО-СИГНАЛА ОТ ЗАДНЕЙ СТЕНКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОКОВОК ИЛИ ПЛОСКИХ ПОКОВОК



ПРИМЕЧАНИЕ—Метрические единицы представлены на данном рисунке и должны совпадать со шкалами DGS. Перевод в английские единицы также допускается.

ТИПОВАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ НА УЗК СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ ПРЯМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

SA-435/SA-435M

[Аналогичен Техническим требованиям ASTM A 435/A 435M-90 (R2007)]

07
A08

1. Область применения

1.1 Данная спецификация содержит описание порядка и стандартов приемки для контроля прямым лучом, импульсным эхосигналом и ультразвукового контроля катаных листов из полностью успокоенной углеродистой и легированной стали с толщиной от 1/2 дюйма [12,5 мм] и более. Она была разработана с целью поставки стальных листов без внутренних несплошностей (напр., отдулины, разрывы или расслоения). Данная спецификация должна использоваться, если в заявке, контракте, заказе или спецификации указано, что листы подлежат ультразвуковому контролю.

1.2 Персонал, выполняющий контроль в соответствии с данной спецификацией, должен быть аттестован и сертифицирован согласно требованиям последней редакции ASNT SNT-TC-1A или аналогичного установленного стандарта. Аналогичный стандарт представляет собой документ, который включает описание процедуры аттестации и сертификации соискателей на право выполнения НК, который также соответствует требованиям покупателя.

1.3 Значения, указанные либо в дюймах-фунтах, либо в ЕИ системы СИ, должны рассматриваться отдельно как стандартные. В данном документе ЕИ СИ указаны в скобках. Значения, выраженные в той или иной системе, не являются точными эквивалентами, следовательно, каждая система должна использоваться независимо от другой. Одновременное использование значений двух систем может привести к несоответствию спецификации.

2. Ссылочный документ

2.1 *Стандарт ASNT:*

Рекомендуемая методика SNT-TC-1A для квалификации и сертификации персонала в НК

3. Аппаратура

3.1 Изготовитель предоставляет необходимое ультразвуковое оборудование и квалифицированный персонал для выполнения контроля. Тип оборудования эхо импульсный, прямолучевой. Преобразователь обычно имеет размеры 1 - 1 1/8 дюйма [25 - 30 мм] в диаметре или 1 дюйм [25 мм] по сечению; однако любой преобразователь, который обладает минимальной активной площадью 0,7 дюйма^2 [450 мм^2] может быть использован. Испытание выполнять с помощью одного из следующих методов: прямой контакт, погружение или по столбу жидкости.

3.2 Другие искатели могут использоваться для оценки и определения индикаторных следов.

4. Условия испытания

4.1 Выполнить контроль на площади, на которой не проводятся работы, которые мешают надлежащему функционированию оборудования.

4.2 Очистить и наполировать поверхность листа для обеспечения контрольного обратного отражения с противоположной стороны листа, как минимум, при 50% всей шкалы во время сканирования.

4.3 Поверхность листов, контролируемая с помощью данного метода, может содержать остатки масла или ржавчины или того и другого. Любое обозначение, удаленное во время зачистки для обеспечения соответствующей чистоты поверхности, подлежит восстановлению.

5. Порядок работы

5.1 УЗК проводить на одной из двух больших сторон листа. Приемка дефектов, которые находятся в непосредственной близости, может потребовать контроля второй большой поверхности. Листы, заказанные после закалки и отпуска, подлежат контролю с последующей термической обработкой.

5.2 Рекомендуется номинальная испытательная частота 2 $^1/_4$ МГц. Толщина, усиление или микроструктура материала и тип оборудования или метод могут потребовать более высокой или низкой испытательной частоты. Однако частоты менее 1 МГц могут использоваться только по согласованию с

покупателем. Отчетливый, легко интерпретируемый индикаторный след должен быть выявлен в результате контроля.

5.3 Контроль выполнять с испытательной частотой и регулировкой КИП, которая составляет от мин. 50 до макс. 75% обратного отражения целого образца с обратной стороны исследуемой площади листа. При калибровании КИП перемещать кристаллический элемент по поверхности листа на расстояние как минимум 1 *T* или 6 дюймов [150 мм] в зависимости от того, что больше, и зарегистрировать положение обратного отражения. Смещение в положении обратного отражения во время калибрования является причиной для повторного калибрования КИП.

5.4 Сканирование должно быть непрерывным вдоль перпендикулярных линий сетки на расстоянии 9 дюймов [225 мм] друг от друга. Или по выбору изготовителя сканирование может быть непрерывным вдоль параллельных траекторий, перпендикулярных главной оси листа, с номинальным расстоянием друг от друга 4 дюйма [100 мм]. Или оно должно быть непрерывным вдоль траекторий, параллельных главной оси листа, с расстоянием друг от друга 3 дюйма [75 мм] или меньше. Должна использоваться соответствующая контактная среда (напр., вода, растворимое масло или глицерин).

5.5 Строки (линии) сканирования должны быть измерены от центра или из одного угла листа. Дополнительная полоса должна быть сканирована в пределах 2 дюймов [50 мм] от всех кромок листа на поверхности сканирования.

5.6 Если выполняется решетчатое сканирование, и определяется полная потеря обратного отражения, которое сопровождается сплошными индикаторными следами вдоль заданной строки решетки, вся площадь поверхности квадратов, прилежащих к этому индикаторному следу, подлежит сплошному сканированию. Если выполняется сканирование по параллельной траектории, и выявлена полная потеря обратного отражения, которое сопровождается сплошными индикаторными следами, в этом случае вся площадь поверхности 9 x 9 дюймов [225 x 225 мм] с индикаторным следом в центре, проходит полное сканирование. Фактические границы существования данного условия должны быть проверены любым методом по следующей процедуре: переместить датчик от центра несплошности до тех пор, пока высота обратного отражения и индикаторные следы несплошности не будут равны. Поставить отметку на листе в точке центра датчика. Повторить операцию для определения границ

6. Стандарты приемки

6.1 Любой индикаторный след, вызывающий полную потерю обратного отражения, который не может быть получен внутри окружности, диаметр которой составляет 3 дюйма [75 мм] или 1/2 толщины листа в зависимости от того, что больше, является неприемлемым.

6.2 Изготовитель оставляет за собой право обсуждать выбраковываемые листы, прошедшие УЗК, с покупателем касательно типа возможного ремонта дефекта, выявленного ультразвуковым способом, до выбраковки листа.

6.3 Представитель покупателя может присутствовать на испытании.

7. Маркировка

7.1 Листы, принимаемые в соответствии с данной спецификацией, должны маркироваться штампом или трафаретной надписью UT 435, которая располагается вблизи маркировки, которая требуется согласно спецификации на материал.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Следующие требования необходимо учитывать, только если они указаны в заказе:

S1.

Вместо процедуры сканирования, указанной в 5.4 и 5.5 и по согласованию между изготовителем и покупателем 100% одной основной поверхности листа подлежит сканированию. Сканирование должно быть непрерывным по параллельным траекториям, перпендикулярным или параллельным главной оси листа, с перекрытием не менее 10% между каждым проходом.

ТИПОВАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ПО УЗК СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ УГЛОВЫМ ЛУЧОМ

SA-577/SA-577M

07
A08

[Аналогичен Техническим требованиям ASTM A 577/A 577M-90 (R2007)]

1. Область применения

1.1 Данная спецификация содержит описание порядка ультразвукового контроля с помощью углового луча и критерии приемки для выявления внутренних несплошностей, которые не являются расслоениями по своей природе, а также поверхностных дефектов в стальном листе. Данная спецификация может применяться только в качестве дополнительного материала к спецификациям, в которых раскрывается ультразвуковой контроль прямым лучом.

ПРИМЕЧАНИЕ — Внутренняя несплошность, которая является по своей природе расслоением, представляет собой дефект, основная плоскость которого параллельна основной плоскости листа.

1.2 Персонал, выполняющий контроль в соответствии с данной спецификацией, должен быть аттестован и сертифицирован согласно требованиям последнего издания ASNT SNT-TC-1A или аналогичного утвержденного стандарта. Аналогичный стандарт представляет собой документ, который содержит требования к аттестации и сертификации персонала, выполняющего ультразвуковой НК, а также который соответствует требованиям покупателя.

1.3 Значения, указанные либо в неметрических единицах, либо в метрических единицах, должны рассматриваться в качестве стандартных по отдельности. По тексту единицы измерения системы СИ указаны в скобках. Значения, выраженные в одной из систем, не являются точными эквивалентами; следовательно, каждая система должна применяться отдельно от другой. Одновременное использование значений обеих систем может привести к несоответствию спецификации.

2. Ссылочный документ

2.1 *Стандарт ASNT:*

Рекомендуемая методика SNT-TC-1A аттестации и сертификации персонала в области НК.

3. Информация для размещения заказа

3.1 Заявка и заказ должны содержать дополнительную информацию помимо той, которая представлена в данной спецификации, как указано в 14.1.

4. Условия для выполнения контроля

4.1 Контроль должен выполняться на участке, на котором не ведутся другие работы, которые могут помешать надлежащему выполнению контроля.

4.2 Поверхность листа должна быть соответствующим образом обработана для обеспечения отчетливого, однозначно интерпретируемого индикаторного следа на экране. Нанесенные обозначения, которые были стерты для обеспечения соответствующей чистоты поверхности, подлежат восстановлению.

5. Оборудование

5.1 Линейность амплитуды должна проверяться позиционированием преобразователя на надрезе с разрешением по глубине в IIW или аналогичном образце таким образом, чтобы сигнал с надреза составлял около 30% высоты экрана, а сигнал с одной из обратных поверхностей около 60% высоты экрана (в два раза больше высоты сигнала с надреза). Потом формируется кривая, отражающая отклонения от вышеуказанного отношения 2:1, которое возникает, когда амплитуда сигнала надреза увеличивается с шагом одного деления до тех пор, пока сигнал с обратным отражением не достигнет значения целой шкалы, а затем уменьшается с шагом одного деления до тех пор, пока сигнал надреза не достигнет одной цены деления. При каждом шаге определяется отношение двух сигналов. Отношения находят отражение на графе в точке, соответствующей большему сигналу. Между пределами 20% и 80% высоты экрана коэффициент должен иметь отклонение 10% от 2:1. Настройки КИП, используемые во время контроля, не должны вызывать изменение свыше 10%-го предела, указанного выше.

5.2 Искатель должен работать при угле 45 градусов (сталь) – угловой луч – с активной длиной преобразователя и шириной как минимум 1/2 дюйма [12,5 мм] и не более 1 дюйма [25 мм]. Искатели других размеров и углы могут использоваться как дополнительное средство исследования и оценки.

6. ЧАСТОТА КОНТРОЛЯ

6.1 Ультразвуковая частота при выполнении контроля должна иметь самое высокое значение, которое позволяет исследовать соответствующим образом калиброванный надрез, таким образом, амплитуда индикаторного следа представляет собой коэффициент сигнал-шум не менее 3:1.

7. КАЛИБРОВОЧНЫЙ ОТРАЖАТЕЛЬ

7.1 Калибровочный надрез, геометрия которого была согласована покупателем и изготовителем, с глубиной 3% толщины листа, должен использоваться для калибрования для ультразвукового контроля. Надрез должен быть равен по длине не менее 1 дюйма [25 мм].

7.2 Выполнить надрез или надрезы на поверхности листа таким образом, чтобы они были расположены перпендикулярно длинной оси на расстоянии 2 дюймов [50 мм] или более относительно короткой кромки листа. Расположить надрез на расстоянии не менее 2 дюймов [50 мм] от длинных кромок листа.

7.3 Когда не представляется возможным установить надрез на листе для контроля, его можно выполнить на калибровочном листе из материала с теми же ультразвуковыми характеристиками. Калибровочный лист будет рассматриваться как подобный в ультразвуковом плане, если высота первого обратного отражения через него находится в 25% от него в листе, подлежащему контролю при том же самом калибровании КИП. Толщина калибровочного листа должна находиться в пределах 1 дюйма [25 мм] толщины контролируемых листов, для листов с толщиной 2 дюйма [50 мм] и более и в пределах 10% листов, толщина которых менее 2 дюймов [50 мм].

7.4 При толщинах листа более 2 дюймов [50 мм] установить второй калибровочный надрез, как указано в 7.2, на обратной стороне листа.

8. ПОРЯДОК КАЛИБРОВКИ

8.1 Лист толщиной 2 дюйма [50 мм] и менее:

8.1.1 Расположить искатель на поверхности листа с надрезом со звуковым лучом, направленным на широкую сторону надреза, и установить таким образом, чтобы получить максимальную амплитуду от первого V-образного индикаторного следа, который отчетливо виден на начальном импульсе. Настроить усиление КИП таким образом, чтобы данная амплитуда отражения составляла как минимум 50, но не более 75% всей высоты экрана. Зарегистрировать положение и амплитуду индикаторного следа на экране.

8.1.2 Перемещать искатель в сторону от надреза до тех пор, пока второй индикаторный след типа V не будет получен. Настроить искатель на максимальную амплитуду и зарегистрировать амплитуду индикаторного следа. Нарисовать линию между пиками двух последующих индикаторных следов надреза на экране. Данная линия – это кривая DAC данного материала. Она должна составлять 100%-ную опорную линию для регистрации амплитуд индикаторного следа.

8.2 Лист с толщиной более 2 - 6 дюймов [50 - 150 мм] включительно:

8.2.1 Искатель расположить на контролируемой поверхности, который должен быть направлен на большую сторону надреза на противоположной поверхности листа. Расположить искатель для получения максимальной одной второй амплитуды V-образной полосы. Настроить усиление КИП таким образом, чтобы данная амплитуда составляла как минимум 50%, но не более 80% всей высоты экрана. Зарегистрировать положение и амплитуду на экране. Без настройки КИП повторить порядок для индикаторного следа типа V 1 1/2.

8.2.2 Без настройки КИП расположить искатель для получения максимально полного индикаторного следа типа V с надреза на контролируемой поверхности. Зарегистрировать положение и амплитуду на экране.

8.2.3 Начертить линию на экране, соединяющую точки по 8.2.1 и 8.2.2. Данная кривая должна представлять собой DAC для регистрации амплитуд индикаторного следа.

8.3 *Лист с толщиной более 6 дюйма* [150 мм]*:*

8.3.1 Расположить искатель на контролируемой поверхности с направлением на широкую сторону надреза на противоположной поверхности листа. Расположить искатель для получения максимальной половинной амплитуды индикаторного следа типа V. Настроить усиление КИП таким образом, чтобы данная амплитуда составляла не менее 50%, но не более 80% всей высоты экрана. Зарегистрировать положение и амплитуду на экране.

8.3.2 Без перенастройки КИП разместить искатель для получения максимального индикаторного следа типа V с надреза на контролируемой поверхности. Зарегистрировать местоположение и амплитуду на экране.

8.3.3 Начертить линию на экране, соединяющую точки по 8.3.1 и 8.3.2. Данная линия есть DAC для отражения амплитуд показаний.

9. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ

9.1 Просканировать одну большую поверхность листа на линиях сетки, перпендикулярных и параллельных основному направлению проката. Линии сетки должны находиться на центрах 9 дюймов [225 мм]. Использовать соответствующую контактную среду (например, вода, масло или глицерин). Выполнить сканирование путем расположения искателя вблизи кромки с ультразвуковым лучом, направленным на ту же самую кромку. Перемещать искатель по линиям сетки вдоль линии сетки в направлении, перпендикулярном кромке на расстоянии двух толщин листа от центра листа. Повторить процедуру сканирования на всех линиях сетки относительно каждой из четырех кромок.

9.2 Промерить линии от центра или из одного угла листа.

9.3 Расположить искатель для получения максимальной амплитуды показания от каждой выявленной несплошности.

9.4 В случае несплошности, которая равна или более DAC, зарегистрировать положение и длину, а также амплитуду до ближайших 25%. Индикаторный след с амплитудой, меньшей DAC, регистрации не подлежит.

9.5 В каждой точке зарегистрированной несплошности выполнить 100%-ный контроль материала при 9 кв. дюймах [225 мм], который содержит зарегистрированное расположение несплошности прямо в центре. Выполнить контроль в направлениях, перпендикулярных и параллельных основному направлению прокатки.

10. СТАНДАРТ ПРИЕМКИ

10.1 Индикаторный след несплошности, который равен или превышает DAC, должен рассматриваться как неприемлемый, если дополнительное исследование с помощью продольного метода не указывает на расслоение.

11. ПОВТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

11.1 Изготовитель оставляет за собой право обсуждать неприемлемый лист в результате УЗК с покупателем о возможности ремонта несплошности, выявленной ультразвуковым способом, до выбраковки листа.

12. КОНТРОЛЬ

12.1 Представитель покупателя должен иметь постоянный доступ во время работы по контракту с покупателем ко всем сферам деятельность изготовителя, которые касаются УЗК заказанного материал. Изготовитель должен предоставить представителю все разумные средства для выполнения его требований и подтверждения того, что материал поставляется в соответствии с данной спецификацией. Весь контроль и проверки должны проводиться так, чтобы не вмешиваться без необходимости в работу изготовителя.

13. МАРКИРОВКА

13.1 Листы, принятые в соответствии с данной спецификацией, должны иметь обозначение путем нанесения металлического штампа или трафаретной надписи "UT A 577" в одном из углов листа в точке на расстоянии не более 6 дюймов [150 мм] от номера плавки.

14. ОТЧЕТ

14.1 Если иное не согласовано между покупателем и изготовителем, в этом случае изготовитель должен составлять отчет с указанием следующих данных:

14.1.1 Обозначение листа, включая точные места регистрируемых индикаторных следов, участков и амплитуд.

14.1.2 Параметры контроля, включая контактную среду; тип искателя, угол, частоту и размер; тип КИП, модель и заводской номер и описание калибровочного листа.

14.1.3 Дата контроля и ФИО специалиста.

ТИПОВАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ ДЛЯ УЗК ПРЯМЫМ ЛУЧОМ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ БЕЗ ПОКРЫТИЯ И ПЛАКИРОВАННЫХ (ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ)

SA-578/SA-578M **07**

[Аналогичен Техническим требованиям ASTM A 578/A 578M-96 (R2001)]

1. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данная спецификация содержит описание процедуры и стандартов приемки прямолучевого, эхо импульсного и ультразвукового контроля катаных листов из углеродистой и легированной стали, без покрытия и плакированных, толщиной *3/8* дюймов [10 мм] и более (специальное применение). Данный метод позволит выявить внутренние несплошности, которые параллельны поверхностям прокатки. Предусмотрены три уровня приемки. В отношении контроля плакированных листов и альтернативных процедур предусмотрены дополнительные требования.

1.2 Персонал, выполняющий контроль в соответствии с данной спецификацией, должен быть аттестован и сертифицирован на соответствие требования последнего издания ASNT SNT-TC-1A или аналогичного утвержденного стандарта. Аналогичный стандарт представляет собой нормативный документ, в котором содержится описание аттестации и сертификации персонала, который будет выполнять УЗ НК. Данный стандарт должен быть одобрен покупателем.

1.3 Значения, указанные либо в метрических единицах, либо в неметрических единицах, должны рассматриваться отдельно как стандартные. В данном документе единицы измерения СИ указаны в скобках. Значения, выраженные в каждой системе, не являются точными эквивалентами. Следовательно, каждая система должна использоваться независимо друг от друга. Одновременное использование значений обеих систем может привести к несоответствию спецификации.

1.4 *Данный стандарт не ставит целью охватить все вопросы безопасности, если существует такая необходимость, связанные с его использованием. Пользователь данного стандарта несет ответственность по разработке и реализации соответствующих правил техники безопасности и охране труда, а также по определению применимости нормативных ограничений перед использованием.*

2. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

A 263 Спецификация: Листы, листовой металл и полосы из коррозионноустойчивой плакированной хромированной стали.

A 264 Спецификация: Листы, листовой металл и полосы из нержавеющей плакированной стали с хромоникелевым покрытием

A 265 Спецификация: Листы из плакированной стали с никелевым покрытием

2.2 *Стандарт ANSI:*

B 46.1 Текстура поверхности

2.3 *Стандарт ASNT:*

SNT-TC-1A Рекомендуемая методика по аттестации и сертификации персонала в области НК

3. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАКАЗА

3.1 Заявка и заказ должны содержать следующие данные:

3.1.1 Требования к уровню приемки (Разделы 7, 8 и 9). Уровень приемки B должен применяться, если иное не согласовано между покупателем и изготовителем.

3.1.2 Дополнения к положениям данной спецификации, как указано в 5.2, 12.1, и разделе 13.

3.1.3 Дополнительные требования, если таковые имеются.

4. ОБОРУДОВАНИЕ

4.1 Линейность амплитуды должна проверяться путем расположения преобразователя над надрезом глубины резкости в IIW или подобном образце таким образом, чтобы сигнал с надреза составлял около 30% высоты экрана, и сигнал от одной из обратных поверхностей составлял около 60% высоты экрана (две высоты сигнала с надреза). Формируется кривая, отражающая отклонения от выше указанного коэффициента 2:1, который имеет место быть, когда амплитуда сигнала от надреза поднимается с интервалом одной цены деления до тех пор, пока сигнал обратного отражения не закроет всю шкалу, а затем опускается с интервалом одной цены деления до тех пор, пока сигнал надреза не достигнет одной цены деления шкалы. При каждом интервале определяется отношение двух сигналов. Отношения отображаются на графике в точке, соответствующей большему сигналу. Между пределами 20% и 80% высоты экрана отношение должно находиться в диапазоне 10% 2:1. Настройки КИП, используемые во время контроля, не должны приводить к превышению 10%-го диапазона, как указано выше.

4.2 Преобразователь должен иметь диаметр 1 или 1 1/8 дюйма [25 или 30 мм] или 1 дюйм [25 мм].

4.3 Можно использовать другие искатели для оценки и определения индикаторных следов.

5. ПРОЦЕДУРА

5.1 Выполнить контроль участка, на котором не выполняются другие работы, которые могут помешать ходу испытания.

5.2 Если иное не определено, в этом случае выполнить УЗК на любой большой поверхности листа.

5.3 Поверхность листа должна быть достаточно чистой и гладкой для обеспечения первого отражения от противоположной стороны листа не менее 50% всей шкалы во время сканирования. Можно использовать необходимые средства удаления окалины по выбору изготовителя. Привести в соответствие местную шероховатость поверхности путем зачистки. Восстановить обозначение, которое было удалено в результате зачистки для достижения соответствующей чистоты поверхности.

5.4 Выполнить испытание с помощью одного из следующих методов: прямого контакта, погружением или по столбу жидкости. Использовать надлежащую контактную среду (напр., вода, растворимое масло или глицерин). В результате испытания с помощью данного метода поверхности листов могут быть иметь остатки масла или ржавчины или того и другого.

5.5 Рекомендуется номинальная частота испытания 2 1/4 МГц. При испытании листов с толщиной менее 3/4 дюйма [20 мм] необходима частота 5 МГц. Толщина, размер зерна или микроструктура материала и тип оборудования или метод могут потребовать более высокую или более низкую испытательную частоту. Применять преобразователи с учетом из расчетной частоты. Отчетливый легко интерпретируемый рисунок должен быть получен во время испытания.

5.6 *Сканирование:*

5.6.1 Сканирование должно выполняться вдоль сплошных перпендикулярных линий сетки в номинальных центрах 9 дюймов [225 мм] или по выбору изготовителя должно выполняться параллельными полосами, поперечными основной оси листа в номинальных центрах 4 дюйма [100 мм]. Или сканирование должно выполняться вдоль сплошных параллельных полос, которые параллельны основной оси листа в центрах 3 дюйма [75 мм] или менее. Измерить линии от центра или угла листа с дополнительной полосой на расстоянии 2 дюймов [50 мм] от всех кромок листа на контролируемой поверхности.

5.6.2 Выполнить общее сканирование с регулировкой КИП, который будет формировать первое отражение от противоположной стенки исследуемой зоны листа от 50% до 90% всей шкалы. Незначительные настройки чувствительности могут быть выполнены для регулировки под шероховатость поверхности.

5.6.3 Если обнаружена несплошность во время общего сканирования, необходимо выполнить настройку КИП для формирования первого отражения от противоположной поверхности исследуемой зоны листа 75 ± 5% всей шкалы. Настройки КИП во время оценивания несплощности должны оставаться неизмененными.

6. РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ

6.1 Выполнить регистрацию всех несплошностей, которые вызывают полную потерю обратного отражения.

6.2 Что касается листов толщиной 3/4 дюйма [20 мм] или более, зарегистрировать все индикаторные следы с амплитудами, равными или превышающими 50% начального обратного отражения и сопровождающимися 50%-ной потерей обратного отражения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Индикаторные следы, возникающие между начальным импульсом и первым обратным отражением, могут вызывать второе отражение в точке первого обратного отражения. В этом случае проводится дополнительное исследование с использованием множественных обратных отражений.

6.3 Если применяется решетчатое сканирование, и регистрируемые отклонения по 6.1 и 6.2 выявляются по заданной линии сетки, в этом случае вся зона квадрантов, близлежащих к данному индикаторному следы, подлежат сканированию. Если выполняется сканирование параллельной полосой, и выявляются регистрируемые отклонения по 6.1 и 6.2, в этом случае вся площадь поверхности 9 x 9 дюймов [225 x 225 мм] по центру индикаторного следа подлежит сканированию. Истинные границы таких отклонений должны быть установлены с помощью одного из следующих методов: перемещать преобразователь от центра несплошности до тех пор, пока высота обратного отражения и индикаторных следов несплошности не будут равны. Замаркировать лист в точке, соответствующей центру преобразователя. Повторить работу для определения границы.

7. СТАНДАРТ ПРИЕМКИ — УРОВЕНЬ А

7.1 Участок**,** на котором одна или более несплошностей, формируют сплошную потерю обратного отражения, которое сопровождается сплошными индикаторными следами на той же плоскости, которая не может быть включена в круг с диаметром 3 дюйма [75 мм] или 1/2 толщины листа в зависимости оттого, что больше, является неприемлемым.

8. СТАНДАРТЫ ПРИЕМКИ — УРОВЕНЬ В

8.1 Участок, на котором одно или более несплошностей образуют постоянную потерю обратного отражения, которое сопровождается сплошным индикаторным следом на той же плоскости, что не может быть включено в круг с диаметром 3 дюйма [75 мм] или 1/2 толщины листа в зависимости оттого, что больше, является неприемлемым.

8.2 Кроме того две или более несплошности, которые по размеру меньше чем те, которые указаны в 8.1, являются неприемлемыми, если расстояние между ними не равно как минимум большему диаметру большей несплошности, или если они не могут быть все вместе включены в круг, как указано в 8.1.

9. СТАНДАРТ ПРИЕМКИ — УРОВЕНЬ С

9.1 Зона, в которой одна или более несплошностей, создает постоянную общую потерю обратного отражения, которое сопровождается сплошными индикаторными следами на той же плоскости, которые не могут быть включены в круг диаметром 1 дюйм [25 мм], является неприемлемой.

10. ПОВТОРНОЙ КОНТРОЛЬ

10.1 Изготовитель оставляет за собой право обсуждать выбраковываемые в результате УЗК листы с покупателем о возможности ремонта дефекта, выявленного ультразвуковым способом, до выбраковки листа.

11. КОНТРОЛЬ

11.1 Инспектор, представляющий покупателя, должен в любое время иметь доступ к выполнению работ по контракту с покупателем, ко всем операциям изготовителя, которые имеют отношение к УЗК заказываемого материала. Изготовитель предоставляет инспектору все необходимые средства для соблюдения всех его требований касательно материала, который поставляется в соответствии с данной спецификацией. Все испытания и проверки должны выполняться на месте производства до начала отгрузки, если иное не указано, а также должны выполняться без прерывания работ на предприятии- изготовителе без необходимости.

12. МАРКИРОВКА

12.1 Листы, принятые в соответствии с данной спецификацией, должны маркироваться надписью по трафарету (или наносимой штампом) трафаретной "UT A 578 — A" в углу для Уровня A, "UT A 578 — B" для Уровня B и "UT A 578 — C" для Уровня C. Дополнительный номер должен быть добавлен согласно каждому дополнительному требованию.

13. ОТЧЕТ

13.1 Если иное не согласовано между покупателем и изготовителем, изготовитель должен включить в отчет следующие данные:

13.1.1 Все регистрируемые индикаторные следы, указанные в Разделе 6 на эскизе листа с достаточными данными для определения геометрии и обозначения эскиза листа.

13.1.2 Испытательные параметры включают: Тип и модель КИП, испытательную частоту, состояние поверхности, преобразователь (тип и частота) и контактная среда.

13.1.3 Дата испытания.

14. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

14.1 неразрушающий контроль; изделия под давлением; сталь для сосудов под давлением; стальной лист для сосудов под давлением; стальные листы; ультразвуковой контроль

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Эти дополнительные требования должны применяться только тогда, когда это особо указано покупателем. Если подробная информация по требованиям не указана в данном документе, в этом случае они подлежат согласованию между изготовителем и покупателем.

S1. СКАНИРОВАНИЕ

S1.1 Сканирование должно быть непрерывным по всей поверхности листа (100%).

S2. СТАНДАРТ ПРИЕМКИ

S2.1 Любое регистрируемое отклонение, как указано в Разделе 6, которое (1) является сплошным, (2) лежит в той же плоскости (в пределах 5% толщины листа) и (3) не может быть включено в круг 3 дюйма [75 мм], является неприемлемым. Два или более регистрируемых отклонения (см. Раздел 5), которые (1) лежат в одной плоскости (в пределах 5% толщины листа), (2) каждое из которых может быть включено в круг диаметром 3 дюйма [75 мм], (3) которые отстоят друг от друга менее, чем на самый большой размер наименьшего индикаторного следа, и (4) которые все вместе не могут быть включены в круг диаметром 3 дюйма [75 мм], являются неприемлемыми.

S2.2 Границы допуска, если он более жесткий, по сравнению с Разделом 7 или 8, должен использоваться по согласованию между изготовителем и покупателем.

S3. ПРОЦЕДУРА

S3.1 Изготовитель разрабатывает письменную процедуру в соответствии с данной спецификацией.

S4. СЕРТИФИКАЦИЯ

S4.1 Изготовитель предоставляет сертификаты, подтверждающие квалификацию оператора УЗК.

S5. ОТДЕЛКА ПОВЕРХНОСТИ

S5.1 Отделка листа должна быть доведена до максимума в 125 микродюймам [3 мкм] АА (см. ANSI B46.1) до начала проведения испытания.

S6. КОНТРОЛЬ ПЛАКИРОВАННОГО ЛИСТА, ГРАНИЦЫ ДОПУСКА S6

S6.1 Контроль листа со стороны плакированной поверхности с помощью процедур и методов в соответствии с данной спецификацией.

S6.2 Проверка базового металла-подложки на соответствие Уровню В или, если специально указано заказчиком, на соответствие Уровню А или С.

S6.3 Покрытие (плакировка) считают отслоившимся от основного металлом, если присутствует полная потеря обратного отражения, которая сопровождается индикаторным следом эхо-сигнала от границы раздела плакировки и подложки.

S6.4 Если иное не установлено, индикаторные следы отслоения, определенные в соответствии с S6.3, которые не могут быть заключены в окружность диаметром 3 дюйма [75 мм], подлежат ремонту сваркой с учетом требований и ограничений по ремонту дефектов плакировки согласно соответствующей спецификации на материал.

S6.5 Данное дополнительное требование применяется к Спецификациям А 263, А 264 и А 265.

S7. КОНТРОЛЬ ПЛАКИРОВАННЫХ ЛИСТОВ, ГРАНИЦЫ ДОПУСКА S7

S7.1 Лист подлежит контролю со стороны плакированной с использованием процедур и методов согласно данной спецификации. Требуется 100% контроль поверхности.

S7.2 Проверка стали на соответствие Уровню В или, если особо оговорено заказчиком, Уровню А или С.

S7.3 Плакировка считается отслоившейся, если присутствует полная потеря обратного отражения, которое сопровождается индикаторным следом эхо-сигнала от границы раздела плакировки и подложки.

S7.4 Если не указано иное, индикаторные следы отслоения, как определено в S7.3, которые не могут быть заключены в окружность диаметром 1 дюйм [25 мм], подлежат ремонту сваркой с учетом требований и ограничений к ремонту дефектов плакировки по надлежащей спецификации на материал. Кроме того, если поверхность, отремонтированная с помощью сварки, превышает 1,5% плакировки, то заранее должно быть получено одобрение.

S7.5 Дополнительное требование применяется в отношение Спецификаций А 263, А 264 и А 265.

S8. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ С ПОМОЩЬЮ КАЛИБРОВКИ ПО ПЛОСКОДОННОМУ ОТВЕРСТИЮ (ДЛЯ ЛИСТОВ ТОЛЩИНОЙ 4 ДЮЙМА [100 ММ] И БОЛЕЕ)

S8.1 Использовать следующие инструкции по калибровке и регистрации вместо 5.6.2, 5.6.3 и раздела 6.

S8.2 Преобразователь должен соответствовать 4.2.

ТАБЛИЦА S8.1
ДИАМЕТР КАЛИБРОВОЧНОГО ОТВЕРСТИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ЛИСТА (S8)

Толщина листа, дюймы [мм]	4-6 [100-150]	> 6-9 [> 150-225]	> 9-12 [> 225-300]	>12-20 [> 300-500]
Диаметр отверстия, дюймы [мм]	5/8 [16]	3/4 [19]	$^{7}/_{8}$ [22]	1 1/8 [29]

S8.3 *Контрольные отражатели* — Отверстия с плоским дном и глубиной *T*/4, *T*/2 и 3 *T*/4 должны использоваться для калибровки оборудования. Плоскодонное отверстие имеет диаметр согласно Таблице S8.1. Отверстия могут быть либо просверлены в контролируемом листе, если они не помешают дальнейшему использованию листа, в продолжение контролируемого листа или в образце того же номинального состава и с такой же термообработкой, что и контролируемый лист. Поверхность образца не должна быть лучше на невооруженный взгляд, чем поверхность контролируемого листа. Контрольный образец должен обладать той же номинальной толщиной (в пределах 75 - 125% или 1 дюйма [25 мм] контролируемого листа в зависимости от того, что меньше) и должен иметь акустические свойства, подобные контролируемому листу. Акустическое подобие подразумевается в том случае, если без изменения настроек КИП сравнение сигналов обратного отражения образца и контролируемого листа показывает изменение на 25% или менее.

S8.4 *Порядок калибровки:*

S8.4.1 Подключить и расположить искатель на получение максимальных амплитуд от отражателей при *T*/4, *T*/2 и 3 *T*/4. Настроить КИП на формирование 75 ± 5% полного индикаторного следа от отражателя, который создает самую высокую амплитуду.

S8.4.2 Не меняя настроек КИП, подключить и расположить искатель над отверстиями и отметить на экране максимальную амплитуду по каждому отверстию и каждое минимальное остаточное обратное отражение.

S8.4.3 Отметить на экране половину вертикального расстояния от строки развертки до отметки отверстия с максимальной амплитудой. Соединить такие отметки и продлить линию через толщину 100% DAC. Аналогичным образом соединить и продлить отметки половины максимальной амплитуды для 50% DAC.

S8.5 *Регистрация данных:*

S8.5.1 Отметить все участки, где остаточное обратное отражение меньше самого высокого из минимальных остаточных обратных отражений, как указано S8.4.2.

S8.5.2 Отметить все участки, где показания превышают 50% DAC.

S8.5.3 Если регистрируемые отклонения по S8.5.1 и S8.5.2 выявляются на заданной линии сетки, в этом случае выполнить продолжительное сканирование всей площади поверхности квадрантов, примыкающих к отклонению, и отметить границы и степень распространения.

S8.6 Сканирование выполняется в соответствии с 5.6.

S8.7 Границы допуска Раздела 7 или 8 должны применяться, как указано покупателем, кроме тех случаев, когда регистрируемое состояние должно соответствовать S8.5.

S9. УЗК ЛИСТОВ, ПЕРЕПЛАВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОШЛАКОВЫМ МЕТОДОМ (ESR) И ПОД ВАКУУМНОЙ ДУГОЙ (VAR) С ТОЛЩИНОЙ ОТ 1 ДО 16 ДЮЙМОВ [25 ДО 400 ММ] С ПРИМЕНЕНИЕМ КАЛИБРОВКИ ПО ПЛОСКОДОННЫМ ОТВЕРСТИЯМ И КОРРЕКТИРОВКИ ПОКАЗАТЕЛЯ РАССТОЯНИЕ-АМПЛИТУДА

S9.1 Контролируемый материал должен иметь шероховатость поверхности не более 200 микродюймов [5 мкм] для листов толщиной до 8 дюймов [200 мм] включительно, а также не более 250 микродюймов [6 мкм] для листов толщиной более 8 - 16 дюймов [200 - 400 мм].

S9.2 Использовать следующие инструкции вместо 5.6.1, 5.6.2, 5.6.3 и раздела 6.

S9.3 Преобразователь согласно 4.2.

S9.4 *Контрольные отражатели* — Отверстия с плоским дном глубиной *T*/4, *T*/2 и 3*T*/4 должны использоваться для калибрования оборудования. Диаметр отверстия с плоским дном согласно Таблице S9.1. Плоское дно отверстий должны иметь допуск по параллельности 1 ° относительно контролируемой поверхности. Отверстия могут быть выполнены в контролируемом листе, если они впоследствии они не мешают использованию листа, в продолжение контролируемого листа или в контрольном образце того же номинального состава и с той же термической обработкой, что и контролируемый лист. Поверхность образца не должна быть лучше по степени шероховатости, чем поверхность контролируемого листа. Контрольный образец должен иметь такую же номинальную толщину (в пределах 75 - 125% или 1 дюйм [25 мм], контролируемого листа в зависимости от того, что меньше) и должен иметь акустические свойства, аналогичные контролируемому листу. Акустическое сходство: когда без изменения настроек КИП сравнение сигналов обратного отражения образца и контролируемого листа составляет разницу в 25% или менее.

S9.5 *Порядок калибровки:*

S9.5.1 Соединить и расположить искатель на получение максимальной амплитуды от отражателей при *T*/4, *T*/2 и 3 *T*/4. Установить КИП на формирование 75 ± 5% полного индикаторного следа с рефлектора с указанием наивысшей амплитуды.

S9.5.2 Без изменения настроек КИП подключить и расположить искатель на одним из отверстий и отметить на экране максимальную амплитуду каждого отверстия.

ТАБЛИЦА S9.1
ДИАМЕТРЫ КАЛИБРОВОЧНОГО ОТВЕРСТИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ЛИСТА (S9)

Толщина листа, дюймы [мм]	1-4 [25-100]	> 4-8 [> 100-200]	> 8-12 [> 200-300]	> 12-16 [> 300-400]
Диаметр отверстия, дюймы [мм]	1/8 [3]	1/4 [6]	3/8 [10]	1/2 [13]

S9.5.3 Отметить на экране половину вертикального расстояния от линии развертки до максимальной амплитуды. Соединить точки максимальной амплитуды и продлить линию по толщине для 100% DAC. Аналогичным образом соединить и продлить половинные значения максимальной амплитуды для 50% DAC.

S9.6 *Сканирование* — Сканирование должно выполняться на 100% поверхности большого листа с помощью искателя, который перемещается таким образом, чтобы при каждом проходе было 15% перекрытие предыдущего прохода для обеспечения соответствующего освещения несплошностей.

S9.7 *Регистрация данных* — Выполнить регистрацию данных на всех участках, где обратное отражение снижается ниже 50% DAC. Если понижение не сопровождается другими индикаторными следами на экране, в этом случае необходимо повторно обработать и проверить ультразвуковым способом поверхность. Если обратное отражение до сих пор находится ниже 50% DAC, в этом случае потеря может быть вызвана металлургической структурой контролируемого материала. Материал должен быть подвергнут металлургическому анализу покупателя и изготовителя.

S9.8 *Стандарты допуска* — Индикаторный след, который превышает 100% DAC, является неприемлемым. Изготовитель оставляет за собой право обсуждать выбраковываемый в результате УЗК материал с покупателем, в частности, возможность ремонта дефекта до выбраковки листа.

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ОТЛИВОК ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ, НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ И МАРТЕНСИТНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

SA-609/SA-609M **07**

[Аналог спецификации ASTM A 609/A 609M-91 (R2002)]

1. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данная методика содержит описание стандартов и порядка выполнения эхо импульсного ультразвукового контроля отливок после термообработки из углеродистой, низколегированной и мартенситной нержавеющей стали методом продольного луча.

1.2 Данная методика используется, если заявка, контракт, заказ или спецификация указывает на то, что отливки подлежат УЗК в соответствии с Методикой А 609/А 609М.

1.3 Данная методика содержит две инструкции по ультразвуковому контролю отливок из углеродистой, низколегированной и мартенситной нержавеющей стали, т.е. Инструкция А и В. Инструкция А – это методика А 609/А 609М. Она требует калибрования с использованием совокупности испытательных образцов с плоскодонными отверстиями. Также в ней указываются дополнительные требования для испытания угловым лучом. Инструкция В требует калибрования с использованием отражения от обратной стенки при помощи комплекта сплошных калибровочных образцов.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — УЗК и РК не подлежат прямому сравнению. Данный контроль служит дополнением Руководства Е 94 при определении несплошностей.

1.4 Значения, указанные либо в не метрической или метрической системах, рассматриваются отдельно как стандартные. По тексту единицы измерения системы СИ указаны в скобках. Значения, указанные в каждой систем, не являются точными эквивалентами; следовательно, каждая система должна использоваться независимо от другой. Совместное использование значений двух систем может привести к невыполнению требований данной методики.

1.5 *Данный стандарт не ставит целью охватить все вопросы безопасности, если существует такая необходимость, связанные с его использованием. Пользователь данного стандарта несет ответственность по разработке и реализации соответствующих правил техники безопасности и охране труда, а также по определению применимости нормативных ограничений перед использованием..*

2. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

А 217/А 217М Спецификация на стальные отливки из мартенситной нержавеющей и легированной стали для изделий, работающих под давлением в условиях высоких температур

Е 94 Руководство по Радиографическому контролю

Е 317 Методика оценки рабочих характеристик систем контроля ультразвуковым способом, эхо импульсным без использования электронных измерительных устройств

2.2 *Прочие документы:*

SNT-TC-1A Рекомендуемая методика для аттестации и сертификации персонала в области НК

3. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАКАЗА

3.1 Заявка и заказ указывают на то, какая инструкция должна использоваться. Если инструкция не указана, в этом случае должна использоваться Инструкция А.

3.2 *Процедура А — Процедура к калибровки с использованием плоскодонного отверстия:*

3.2.1 Если данный документ применяется в отношении заявки или заказа, в этом случае покупатель должен предоставить следующую информацию:

3.2.1.1 Уровни качества по всей отливке или частям,

3.2.1.2 Секции отливок, требующие контроля продольным лучом,

3.2.1.3 Секции отливок, требующие контроля раздельно-совмещенным преобразователем,

3.2.1.4 Секции отливок, требующие дополнительного контроля, с помощью углового луча, как указано в Дополнительном требовании СИ для выполнения более полного контроля и

3.2.1.5 Любые требования, являющиеся дополнительными к положениям данной методики.

3.3 *Инструкция B: Калибрование отражением от обратной стенки* — Если данный порядок применяется в отношении заявки, контракта или заказа, в этом случае покупатель должен указать уровни качества по всему литью или применяемым частям.

ПРОЦЕДУРА А — ПРОЦЕДУРА КАЛИБРОВКИ ПО ПЛОСКОДОННОМУ ОТВЕРСТИЮ

4. ОБОРУДОВАНИЕ

4.1 Электронное оборудование:

4.1.1 Ультразвуковой, импульсный отражательный КИП, который способен формировать, получать и усиливать сигналы с частотами, как минимум, от 1 до 5 МГц.

4.1.2 Оборудование УЗК должно обеспечивать линейное представление (в пределах ±5%) как минимум для 75% высоты экрана (строка развертки до верхней части экрана). Линейность должна определяться по Методике E 317 или аналогичными электронными средствами.

4.1.3 Электронное оборудование должно включать аттенюатор сигнала или управление калиброванным сигналом, который должен быть точным по всему полезному диапазону при ± 10% номинального затухания или коэффициента усиления для обеспечения измерения сигналов свыше линейного диапазона КИП.

4.2 Искатели:

4.2.1 Продольная волна с внутренним заземлением с диаметром от $^1/_2$ до $^1/_8$ дюймов [13 до 28 мм] или 1 дюймом [25 мм] пьезоэлектрических элементов. На основе коэффициента сигнал/шум рисунка отливки необходимо использовать частоту в диапазоне от 1 до 5 МГц. Фоновый шум не должен превышать 25% кривой DAC. Преобразователи должны использоваться с учетом их заданных частот.

4.2.2 Совмещенный элемент (5 МГц, $^1/_2$ x 1 дюйм [13 x 25 мм], 12°) искателей углового действия рекомендуются для секций от 1 дюйма [25 мм] и менее.

4.2.3 Другие частоты и размеры искателей могут использоваться для оценивания и определения индикаторных следов.

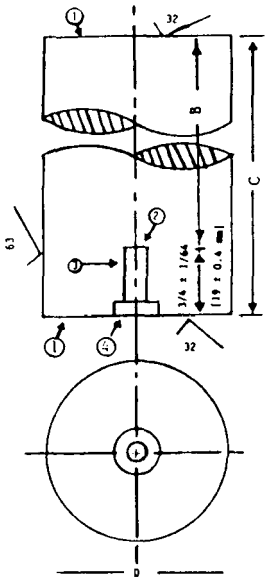
4.3 Образцы:

4.3.1 Образцы с плоскодонными отверстиями должны использоваться для определения испытательной чувствительности согласно 8.2.

4.3.2 Образцы должны изготавливаться из литой стали, обеспечивающей акустический отклик, аналогичный контролируемым отливкам.

4.3.3 Исполнение образцов должно соответствовать Рис. 1. Основной комплект должен включать образцы, указанные в Таблице 1. Если толщины секции более 15 дюймов [380 мм] подлежат контролю, дополнительный

РИС. 1 ТИПОВОЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ УЗК



ПРИМЕЧАНИЕ 1—Противоположные стороны образца должны быть плоскими и параллельными друг другу около 0,001 дюйма (0,025 мм).
ПРИМЕЧАНИЕ 2—Нижняя часть плоскодонного отверстия должна быть горизонтальной в пределах 0,002 дюйма (0,051 мм) и окончательный диаметр должен составлять $^1/_4$ + 0,002 дюйма (6,4 + 0,050 мм).
ПРИМЕЧАНИЕ 3—Отверстие должно быть расположено перпендикулярно к входной поверхности с учетом 0º. 30 и расположено в пределах $^1/_{32}$ дюйма (0,80 мм) от продольной оси.
ПРИМЕЧАНИЕ 4—Расточка должна составлять $^1/_2$ дюйма [15,0 мм] в диаметре $^1/_8$ дюйма [5 мм] в глубину.

ТАБЛИЦА 1
РАЗМЕРЫ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБРАЗЦОВ В ОСНОВНОМ КОМПЛЕКТЕ (СМ. РИС. 1)

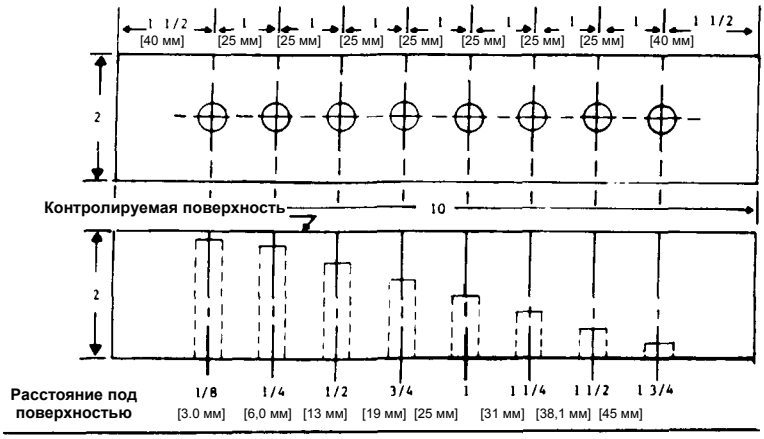
Диаметр отверстия в 1/64 толщ, дюймы [мм]	Расстояние *(B)*, дюймы[A] [мм]	Общая длина *(C)*, дюймы [мм]	Ширина или диаметр *(D)*, мин, дюймы [мм]	Идентификационный номер образца
16 [6,4]	1 [25]	1 $^3/_4$ [45]	2 [50]	16-0100
16 [6,4]	2 [50]	2 $^3/_4$ [70]	2 [50]	16-0200
16 [6,4]	3 [75]	3 $^3/_4$ [95]	2 [50]	16-0300
16 [6,4]	6 [150]	6 $^3/_4$ [170]	3 [75]	16-0600
16 [6,4]	10 [255]	10 $^3/_4$ [275]	4 [100]	16-1000
16 [6,4]	B	B + 3/4 [B + 20]	5 [125]	16-B00[B]

[A] Допуск ± $^1/_8$ дюйма [3 мм].
[B] Дополнительные образцы для испытываемой толщины более 10 дюймов [250 мм], см. 4.3.3.

контрольный образец максимальной испытательной толщины должен быть изготовлен в дополнение к основному комплекту.

4.3.4 Обработанные образцы с отверстиями $^3/_{32}$-дюйма [2,4 мм] с плоским дном при глубине от входной поверхности $^1/_8$ дюйма [3 мм], $^1/_2$ дюйма [13 мм] или $^1/_2t$ и $^3/_4$ дюйма [19 мм] или $^3/_4t$ (где t — толщина образца) должны использоваться для формирования кривой DAC совмещенного искателя (см. Рис. 2).

РИС. 2 ТИПОВОЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ УЗК ДЛЯ КАЛИБРОВКИ РАЗДЕЛЬНО-СОВМЕЩЕННОГО ИСКАТЕЛЯ



ПРИМЕЧАНИЕ 1—Входная поверхность должна равняться 250 микродюймам (6,3 мкм) или выше.
ПРИМЕЧАНИЕ 2—Отверстие с плоским дном 3/32 дюйма [2,4 мм] должно быть плоским в пределах 0,002 дюйма (0,05 мм). Диаметр должен находиться в пределах +0,005 дюйма [0,13 мм] заданного диаметра. Ось отверстия должна быть перпендикулярна образцу и в пределах угла 0°, 30м.
ПРИМЕЧАНИЕ 3—Отверстие должно быть заглушено. Проверка ультразвукового отклика.

дюймы	[мм]	дюймы	[мм]
1/8	(3)	1 1/4	(32)
1/4	[6]	1 1/2	[38]
1/2	[13]	1 3/4	[44]
3/4	[19,0]	2	[50]
1	[25]	10	[254]

4.3.5 Каждый контрольный образец с одной стороны должен иметь долговечную маркировку с указанием материала и номера образца.

4.4 *Контактная среда* — Соответствующая контактная среда с хорошими характеристиками смачиваемости применяется как прослойка между искателем и контролируемой поверхностью. Такая же контактная среда должна использоваться при калибровке и контроле.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

5.1 Изготовитель отвечает за предоставление квалифицированного персонала для выполнения УЗК в соответствии с требованиями данной методики.

5.2 Персонал, выполняющий УЗК в соответствии с данной методикой, должен быть ознакомлен со следующей информацией:

5.2.1 Термины по УЗК,

5.2.2 Калибровка КИП,

5.2.3 Как влияет материал, размеры, частота и режим искателя на результаты испытаний,

5.2.4 Как влияет структура материала (размер зерна, чистота и т.д.) на результаты испытаний,

5.2.5 Влияние испытательного расстояния на результаты испытаний,

5.2.6 Влияние нелинейности на результаты испытаний,

5.2.7 Влияние толщины и ориентации несплошностей на результаты испытаний, а также

5.2.8 Влияние шероховатости поверхности на результаты испытаний.

5.3 Отчеты о квалификационных испытаниях (см. Примечание 2) персонала, который изготовитель счел пригодным для выполнения контроля в соответствии с данной методикой, должен быть передан по требованию.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — SNT-TC-1A, Методика УЗК, содержит рекомендуемую процедуру аттестации персонала. Другие документы с требованиями к аттестации персонала могут использоваться после согласования с покупателем и поставщиком.

6. СОСТОЯНИЕ ОТЛИВОК

6.1 Отливки должны проходить до УЗК, как минимум, термообработку с аустенизацией.

6.2 Контролируемые поверхности отливок не должны содержать материал, который будет препятствовать УЗК. Они могут быть в состоянии сразу после разливки, после струйной обработки или после механической обработки.

6.3 УЗК должен быть выполнен до механической обработки, которая не препятствует эффективному выполнению контроля отливки.

7. УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ

7.1 Для обеспечения полного покрытия заданной секции отливки каждый проход искателя должен перекрывать ширину преобразователя на 10%.

7.2 Скорость сканирования не должна превышать 6 дюймов/сек. (150 мм/с).

7.3 Ультразвуковой луч должен быть сформирован перпендикулярно поверхности контроля.

8. ПРОЦЕДУРА

8.1 Настроить систему управления КИП для определения положения первого обратного отражения по контролируемой толщине не менее одной второй расстояния по катоднолучевой трубке.

8.2 С помощью комплекта образцов, учитывающих толщину контролируемых отливок, отметить высоту отверстия с плоским дном по каждому применяемому образцу на экране катоднолучевой трубки. Построить кривую по точкам на экране или на миллиметровке. Максимальная амплитуда сигнала для используемых испытательных образцов должна достигать примерно ¾ высоты экрана над разверткой с помощью аттенюатора. Данная кривая представляет собой 100% кривую DAC. Если затухание ультразвука в толщине контролируемой отливки такова, что превышен динамический диапазон систем, в этом случае можно использовать сегментированные кривые DAC.

8.3 Контролируемая поверхность отливки обычно имеет большую шероховатость по сравнению с испытательным образцом; следовательно, необходимо использоваться передающий механизм для обеспечения компенсации. В этих целях сначала необходимо выбрать участок отливки, которая имеет параллельные стенки и состояние поверхности, которое репрезентативно. Затем выбрать испытательный образец, чья общая длина (См. Рис. 1) во многом соответствует амплитуде отражения по длине образца. Расположить искатель на отливке в точке передачи и настроить усиление КИП таким образом, чтобы амплитуда обратного отражения отливки соответствовала амплитуде испытательного образца. С помощью данного метода передачи чувствительность контроля отливки может быть в пределах ±30% или менее по сравнению с испытательными образцами.

8.4 Не менять настройки управления КИП и испытательную частоту, заданную во время калибровки, кроме аттенюатора или калиброванной системы усиления, во время проверки заданной толщины отливки. Выполнять периодическое калибрование во время контроля путем проверки амплитуды отклика от отверстия с плоским дном диаметром 1/4 дюйма (6,4 мм) на испытательном образце, который используется для процесса передачи.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Можно использовать аттенюатор или систему управления калиброванным усилением для изменения амплитуды сигнала во время контроля для более легкого обнаружения сигналов с небольшой амплитудой. Оценивание сигнала выполняется возвращением аттенюатора или системы управления калиброванным усилением в начальное положение.

8.5 Во время контроля участков отливки, которая имеет параллельные стенки, не обходимо проверить участки с 75%-ной (или более) потерей обратного отражения для определения того, вызвана ли потеря обратного отражения ненадлежащим контактом, несоответствующей контактной средой, неправильно ориентированной несплошностью и т.д. Если причина потери обратного отражения не установлена, проанализировать проблемный участок и подвергнуть повторному исследованию.

9. ОТЧЕТ

9.1 Отчет изготовителя об окончательной ультразвуковой проверке должен содержать следующие данные и должен быть предоставлен покупателю:

9.1.1 Общее количество, расположение, амплитуда и участок (если возможно определить границы) путем контроля центром искателя всех индикаторных следов, которые равны или больше 100% DAC,

9.1.2 Вызывающие сомнение участки по 8.5, которые после дальнейшего исследования определены как образовавшиеся в результате несплошностей,

9.1.3 Частота контроля, тип КИП, типы искателей, контактная среда, обозначения изготовителя, номер заказа покупателя и данные, а также подпись уполномоченного лица, и

9.1.4 Эскиз, показывающий физическую форму отливки, включая размеры всех участков, которые не проконтролированы вследствие физической формы, с местом положения и размерами всех индикаторных следов в соответствии с 9.1.1 и 9.1.2.

10. СТАНДАРТЫ ПРИЕМКИ

10.1 Данная методика предназначена для отливок с большим диапазоном размеров, форм, состава материалов, режимов плавки, литья. Следовательно, невозможно назвать уровень качества УЗК, который подходил бы для такого многообразия изделий. Критерии ультразвуковой приемки или выбраковки для отливок должны быть основаны на реальной оценке технических требований и качества, которые обычно могут быть получены при производстве определенного типа отливки.

10.2 Уровни приемки качества должны быть согласованы между покупателем и изготовителем на основании одного или нескольких критериев, таких как:

10.2.1 Индикаторный след не должен быть равен или больше DAC по площади, указанной для применяемого уровня качества Таблицы 2.

10.2.2 Не должно быть снижение обратного отражения на 75% или более, что было определено в результате несплошности по площади, указанной для применяемого уровня качества Таблицы 2.

10.2.3 Индикаторные следы, формирующие постоянный отклик, равный или превышающий DAC с размером, который больше максимальной длины, которая представлена используемого уровня качества, являются неприемлемыми.

10.2.4 Прочие критерии, согласованные между покупателем и изготовителем.

ТАБЛИЦА 2
ГРАНИЦЫ ВЫБРАКОВКИ

УЗК Уровень качества	Площадь, дюймы^2 [см^2] (см. 10.2.1 и 10.2.2)	Длина, макс, дюймы [мм]
I	0,8 (5)	1,5 [40]
2	1,5 [10]	2,2 [55]
3	3 [20]	3,0 [75]
4	5 [30]	3,9 [100]
5	8 [50]	4,8 [120]
6	12 [80]	6,0 [150]
7	16 [100]	6,9 [175]

Примечание 1 —Площади, указанные в таблице, представляют собой площадь поверхности отливки, на которой находится сплошной индикаторный след, превышающий контрольную линию амплитуды, или постоянная потеря обратного отражения 75% или более.
Примечание 2 —Площади измеренные от центра искателя.
Примечание 3 —В некоторых отливках вследствие очень длинных испытательных расстояний или кривизны испытательной поверхности площадь поверхности отливки, на которой обнаружена несплошность, может быть в значительное мере больше или меньше по сравнению с действительной площадью несплошности отливки; в таких случаях графическое изображение, которое включает расходимость пучка, должно использоваться для реалистической оценки несплошности.

10.3 Можно применять другие средства для определения обоснованности выбраковки, которая установлена в результате ультразвукового контроля.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 —Площади для уровней качества УЗК в Таблице 2 Методики А 609/А 609М имеют отношение к площади поверхности отливки, на которой обеспечивается сплошной индикаторный след, превышающий DAC.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Площади измеряются по размерам перемещения искателя путем определения границ зон, где амплитуда индикаторного следа составляет 100% DAC, или где обратное отражение уменьшается на 75%, с помощью центра искателя в качестве контрольной точки для определения границ индикаторного следа.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — В определенных отливках вследствие очень большого расстояния металлической полосы или кривизны контролируемой поверхности площадь поверхности, на которой та или иная несплошность выявлена, может быть значительно больше или меньше действительной площади несплошности отливки; в таких случаях должны использоваться другие критерии, которые включают углы луча или расходимость луча, для оценивания несплошности.

Процедура В —КАЛИБРОВКА ПО ОТРАЖЕНИЮ ОТ ОБРАТНОЙ СТЕНКИ

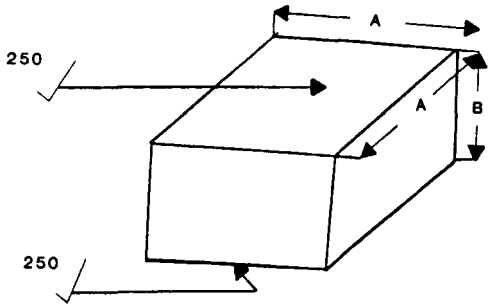
11. АППАРАТУРА

11.1 КИП должен проверяться каждые полгода, при этой проверке как минимум должны быть скорректированы с учетом требований Методики Е 317 вертикальные и горизонтальные линейности, чувствительность и разрешение.

11.2 *Искатели* — Керамические преобразователи, не превышающие 1,25 дюйма [32 мм] в диаметре или 1 дюйм^2 [645 мм^2], подлежат использованию.

11.3 *Торцевая часть искателя* — Мягкая уретановая или неопреновая мембрана около 0,025 дюйма [0,64 мм]

РИС. 3 КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ



Размеры, дюймы [мм]		Материал
2 [50]	1/2 [13]	Спецификация A217/A217M,
2[50]	2 [50]	марка WC6 или акустически
3 [75]	5 [125]	подобный в пределах ±20%
6 [150]	10 [250]	или 2 дБ.

Допуск
Все стороны должны быть плоскими в пределах 0,0002 дюйма [0,01 мм] и параллельны 0,001 дюйма [0,03 мм].

толщиной, может использоваться для улучшения связи и минимизации износа преобразователя, что вызвано шероховатостью поверхностью отливки.

11.4 *Калибрование/Испытание* — Та же система, включая уретановую мембрану, которая используется для калибрования, должна применяться для контроля отливки.

11.5 *Другой контроль* — Другие частоты и тип искателей могут использоваться для получения дополнительной информации и определения отдельных индикаторных следов.

11.6 *Контактная среда* — Для обеспечения взаимодействия искателя с контролируемой поверхностью должна использоваться соответствующая жидкая контактная среда (например, моторное масло SAE 30 или аналогичная коммерчески доступная ультразвуковая среда). Другие среды могут использоваться по согласованию между покупателем и поставщиком.

11.7 *Контрольные образцы* — Контрольные образцы в соответствии с Рис. 3 должны использоваться для калибрования КИП для проверки обработанных и литых поверхностей. Контрольные образцы не должны содержать дефектов и обрабатываться с указанными допусками.

12. КИП ДЛЯ УЗК

12.1 *Тип* — Импульсный ультразвуковой отражательный КИП с возможностью генерации, приема и усиления частот 1 МГц до 5 МГц должен использоваться для контроля.

12.2 *Напряжение* — Линейное напряжение должно соответствующим образом контролироваться с помощью оборудования постоянного напряжения. Металлический кожух должен быть заземлен для предупреждения поражения электрическим током.

12.3 *Линейность* — КИП должен обеспечивать линейное представление (в пределах ±5%) при 1,5 дюйма [40 мм] коэффициента S/P.

12.4 *Калиброванная система управления усилением аттенюатора*— КИП должен включать систему управления калиброванным усилением или аттенюатор сигнала (в точности в пределах ±10%), которые обеспечат индикаторные следы свыше линейного диапазона КИП, который подлежит измерению.

12.5 *Усиление, скорректированное по времени* — Оборудование должно обеспечивать корректировку затухания сигнала в зависимости от расстояния. Метод должен обеспечивать выравнивание ответного сигнала при определенных глубинах.

13. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

13.1 Требования по квалификационным испытаниям в области подготовки производства:

13.1.1 *Персонал* — Применяются требования к аттестации персонала из SNT-TC-1A. Можно использовать другие документы, содержащие требования к аттестации персонал, если это согласовано между покупателем и изготовителем. Данные по всему персоналу должны быть в открытом доступе для заказчиков.

13.1.2 *Оборудование* — Оборудование должно соответствовать требованиям раздела 12.

14. ПОДГОТОВКА

14.1 *Время контроля* — Окончательный УЗК должен быть выполнен не ранее, чем после термической обработки с аустенизацией и предпочтительно после обработки. Во избежание потери времени производства до обработки можно выполнить приемочный контроль литых поверхностей. Обработанные поверхности должны быть проконтролированы сразу же после механической обработки. Ремонтные швы контролируются до начала термической обработки после сварки.

14.2 *Отделка поверхности:*

14.2.1 *Поверхности после механической обработки*— поверхности, обработанные на станке, подлежащие УЗК, должны иметь отделку, которая обеспечивает ультразвуковой отклик, эквивалентный полученному сигналу от поверхности 250 мкдюймов. (6,3 мкм). Отделка поверхности должна также обеспечивать перемещение искателей.

14.2.2 *Поверхности отливок* — Поверхности отливок, которые подлежат ультразвуковому контролю, должны быть подходящего типа и уровня качества (Таблицы 3 и 4) контроля в соответствии с оценкой квалифицированного оператора, как указано в п. 13.1.1.

14.2.3 *Состояние поверхности* — Все поверхности, подлежащие контролю, не должны содержать окалину, частиц, оставшихся после механической обработки или зачистки, излишков краски, загрязнений или других инородных тел, которые могут помешать контролю.

14.3 *Положение отливки* — Отливка должна быть расположена таким образом, чтобы оператор контролер имел свободный доступ к задней стенке с целью проверки изменения контура.

ТАБЛИЦА 3
КРИТЕРИИ ПРИЕМКИ ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ

Уровень качества	Максимальный нелинейный индикаторный след, площадь, дюймы^2 [см^2]	Положение ИС
1	0	E
2	1 [6]	E
3	1 [6]	0
	2 [133	C
4	3 [19]	E
5	3 [19]	0
	5 [32]	C
6	5 [32]	E
7	5 [32]	0
	7 [45]	C
8	7 [45]	E
9	7 [45]	0
	9 [58]	C
10	9 [58]	E
11	9 [58]	0
	11 [71]	C

Примечание 1 — Площадь, измеренная путем перемещения центра преобразователя по поверхности отливки.
Примечание 2 — 0 = внешняя стенка 1/3 или внутренняя стенка 1/3.
C = середина стенки 1/3.
E = вся стенка.

ТАБЛИЦА 4
КРИТЕРИИ ПРИЕМКИ ДЛЯ СКОПЛЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ СЛЕДОВ

Уровень качества	Суммарная площадь ИС, дюймы^2 [см^2]"-^{B}	Минимальная площадь, на которой расположены ИС, дюймы^2 [см^2]^C
I	0	0
2-3	2 [13]	36 [232]
4-5	4 [26]	36 [232]
6-7	6 [39]	36 [232]
8-9	8 [52]	36 [232]
10-11	10 [64]	36 [232]

^{A} Вне зависимости от положения стенки, т.е. середина 1/3, внутренняя *1/3* или внешняя 1/3.
^{B} Каждый индикаторный след, который равен или превышает контрольную линию 0,5 дюйма [18 мм], должен быть продлен до точки, где индикаторный след равен 0,25 дюйма [6 мм]. Площадь для целей оценивания считается той зоной, которая находится в границах установленных центром преобразователя при определении дефекта. Если контроль поверхности невозможен, каждый индикаторный след, который равен или превышает опорную амплитуду 0,5 дюйма, должен составлять 0,15 дюйма^2 [1 см^2] (в три раза больше площади отверстия с плоским дном 1/4 [6 мм] для снижения ухудшения отражаемости естественного дефекта) для всех оценок кумулятивной площади.
^{c} Индикаторные следы скопления с кумулятивными площадями должны быть разбросаны как минимум на площади отливки, равной 36 дюймам^2 [230 см^2]. Если кумулятивные площади ограничены меньшей площадью распространения, в этом случае площадь подлежит ремонту сваркой в объеме, необходимом для того, чтобы выдержать применяемый уровень качества.

15. КАЛИБРОВКА

15.1 *Калибровочные образцы* — Определить толщину материала, подлежащего УЗК. При толщине 3 дюйма [75 мм] и менее использовать комплект из 3-х образцов, ½, 2, 5 дюймов [13, 50, 125 мм] (Рис. 3, размер B) для калибровки. При толщине материала более 3 дюймов использовать комплект из 3 образцов, 2, 5, 10 дюймов [50, 125, 250 мм] (Рис. 3, размер B) для калибровки.

15.2 *Калибровка искателей* — При толщине контролируемого материала, как указано в 15.1, использовать следующие искатели:

15.2.1 Что касается материалов с толщиной 3 дюйма [75 мм] или менее использовать искатель с диаметром 2 1/4 МГц, 1/2 дюйма [13 мм].

15.2.2 При толщине материала более 3 дюймов [75 мм] использовать искатель с диаметром 2 1/4 МГц, 1 дюйм [25 мм].

15.3 *Порядок калибровки:*

15.3.1 Установить переключатель частоты в нужное положение. Установить контроль выбраковки в положение "OFF" (ОТКЛ).

15.3.2 Установить искатель на входную поверхность образца, толщина которого не меньше контролируемой толщины металла (Рис. 3), и настроить контроль разверткой таким образом, чтобы сигнал обратного отражения появлялся около, но не в ¾ строки развертки, при начальном импульсном сигнале.

15.3.3 Установить искатель на входную поверхность самого маленького образца из 3, отобранных для калибрования, и настроить усиление высоты сигнала обратного отражения (амплитуда) как равное 1,5 дюймам [40 мм] коэффициент S/P. Нарисовать линию на КЛЭ параллельно строке развертки через пиковое значение амплитуды 1,5 дюйма.

15.3.4 Расположить искатель на входной поверхности самого большого образца из 3, отобранных для калибровки, и настроить управление DAC для обеспечения высоты сигнала обратного отражения 1,5 дюйма [40 мм] (S/P).

15.3.5 Расположить искатель на входной поверхности среднего калибровочного образца из 3, которые используются для калибровки и подтверждения того, что высота сигнала обратного отражения составляет около 1,5 дюйма [40 мм] (S/P). Если нет, то достичь наилучшего компромисса между образцом и наибольшим блоком из 3 используемых для калибровки.

15.3.6 Нарисовать линию на КЛЭ, параллельную строке развертки при амплитуде 0,5 дюйма [13 мм] (S/P). Это будет представлять опорную линию для регистрации амплитуд несплошности.

15.3.7 Для проведения испытаний на *обрабатываемых поверхностях* расположить искатель на такую поверхность отливки в точку, где стенки параллельны, и настраивать усиление КИП до тех пор, пока высота сигнала обратного отражения не составит 1,5 дюйма [40 мм] (S/P). Увеличить чувствительность контроля на коэффициент три (усиление 10 дБ) при помощи калиброванного аттенюатора. Поверхности, не соответствующие требованиям 14.2.1, должны контролироваться в соответствии с 15.3.8.

15.3.8 При контроле на поверхностях отливки расположить искатель на отливке, которая подлежит контролю, в точке, где стенки параллельны и ровны (внутренний и внешний диаметр), а также репрезентативна контролируемая поверхность. Настраивать усиление КИП до тех, пор, пока высота сигнала обратного отражения не будет составлять 1,5 дюйма [40 мм] (S/P). Увеличить чувствительность контроля на 6 (16 дБ) с помощью откалиброванной системы контроля или аттенюатора. Значительное изменение в чистоте поверхности требует компенсирующей настройки с учетом усиления.

15.3.8.1 Выбраковываемые индикаторные следы на литых поверхностях могут быть подвергнуты повторной оценке после подготовки поверхности до 250 микродюймов [6,3 мкм] или лучше и повторному контролю по 15.3.7 данной методики.

15.3.8.2 Необходимо помнить о том, что некоторые КИП оснащены откалиброванной системой управления по децибелам, в которой децибел, требуемый для увеличения чувствительности, должен быть добавлен. Другие КИП имеют откалиброванные аттенюаторы децибелов, в которых должен быть снят требуемый децибел. Все же другие КИП не имеют откалиброванного усиления или аттенюаторов. Они требуют внешних аттенюаторов.

16. СКАНИРОВАНИЕ

16.1 *Рисунок решетки* — Поверхность отливки должна иметь рисунок 12 x 12 дюймов [300 x 300 мм] или аналогичный рисунок для контроля над сканированием. Номера решетки должны быть указаны трафаретной надписью на отливке для отчета и для идентификации поверхности. Трафаретный номер решетки должен находиться в верхнем правом углу решетки. Когда решетка находится на поверхности отливки, и она включает различные уровни качества, каждая определенная зона должна быть оценена в соответствии с требованиями определенного уровня качества, который предназначен для данной зоны.

16.2 *Перекрытие* — Сканировать поверхность с перекрытием мин. 10% рабочих диаметров искателя.

16.3 *Требования контроля* — Все поверхности для УЗК подлежат полному контролю с обеих сторон при наличии доступа. Искатель, используемый для калибрования, должен использоваться и для контроля отливки.

17. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА С ПОМОЩЬЮ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

17.1 Дополнительная информация касательно ультразвукового следа может быть получена с помощью искателя другой частоты, типа и размера.

18. КРИТЕРИИ ПРИЕМКИ

18.1 *Условия выбраковки* — Места расположения всех индикаторных следов с амплитудами более 0,5 дюйма [13 мм] по 15.3.6 при амплитуде, превышающей в три раза (обработанные поверхности) или шесть раз (литые поверхности) должны быть промаркированы на литой поверхности. Границы индикаторного следа должны определяться путем нанесения соответствующего количества отметок на поверхности отливки, где ультразвуковой сигнал равен ½ опорной амплитуды, 0,25 дюйма [6 мм]. Для полного определения границ индикаторного следа нарисовать линию вокруг внешнего контура отметок для формирования индикаторной зоны. Нарисовать прямоугольник или объект прямоугольной формы по индикаторному следу для формирования полигона, площадь которого можно легко подвергнуть компьютерной обработке. Нет необходимости того, чтобы ультразвуковой сигнал превышал опорной линию амплитуды на всей площади. В некоторых точках в пределах границ индикаторного следа сигнал может быть меньше опорной линии, однако представляет собой следующее: его можно рассматривать как постоянный индикаторный след сигнала. Выбраковываемые состояния указаны ниже. Если обнаружены состояния, указанные ниже, индикаторные следы должны быть удалены и отремонтированы сваркой по соответствующей технологической спецификации.

18.2 *Линейные индикаторные следы* — Линейный индикаторный след определяется как имеющий длину, равную или превышающую в 3 раза ширину. Амплитуда 1/2 дюйма [13 мм], которая вызвана наличием разрывов или шлаковых включений строчечной формы, подлежат удалению.

18.3 *Нелинейные индикаторные следы:*

18.3.1 *Локальные индикаторные следы* — Локальные индикаторные следы не должны превышать пределов уровня, указанного в заказе покупателя, как указано в Таблице 3. Локальный индикаторный след может определяться как дефект, который удален от следующего индикаторного следа на расстояние большее, чем длина самого большого близлежащего следа.

18.3.2 *Сгруппированные индикаторные следы* — Сгруппированные индикаторные следы должны определяться как два или более индикаторных следа, которые лежат в квадрате, равном 1 дюйму [25 мм]. Сгруппированные индикаторные следы не должны превышать пределов уровня качества, который указан заказчиков в заказе согласно Таблице 4. Если расстояние между индикаторными следами меньше самого маленького из большего индикаторного следа в группе, в этом случае группа подлежит ремонту сваркой.

18.3.3 Расстояние между двумя группами должно быть больше самого малого из больших индикаторных следов в каждой группе. Если нет, то группа, имеющая самый большой отдельный индикаторный след, подлежит удалению.

18.3.4 Все индикаторные следы вне зависимости от площадей поверхности, как определено перемещением преобразователя по поверхности отливки, и вне зависимости от требуемого уровня качества, не должны иметь сквозную толщину более 1/3*T,* где *T* есть толщина стенки в зоне, содержащей индикаторный след.

18.3.5 Ремонт сваркой групповых индикаторных следов должен быть выполнен в объеме, необходимом для обеспечения уровня качества определенного участка. Другие типы выбраковываемых индикаторных следов должны быть полностью устранены.

18.3.6 Ремонтные швы отливок должны соответствовать уровню качества, как задано для определенной зоны отливки.

18.3.7 Точка, в которой обнаруживается 75%-ная или более потеря обратного отражения и превышена зона применяемого уровня контроля, и чьи амплитуды индикаторного следа могут превышать или не превышать линию выбраковки на 0,5 дюйма [13 мм], подлежит выбраковке, если причина потери обратного отражения не может быть устранена. Если добавляется усиление, и появляется обратное эхо без относительной амплитуды индикаторного следа, которая превышает линию выбраковки на 0,5 дюйма [13 мм], участок следует считать годным.

19. РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ

19.1 *Трафаретная надпись* — Каждая отливка должна иметь долговечную трафаретную маркировку для определения зон контроля или координатной сетки для облегчения процесса поиска участков, на которых наблюдаются выбраковываемые индикаторные следы.

19.2 *Эскиз* — Отчет с указанием точной глубины и положения на поверхности относительно трафаретных номеров, должен быть выполнен для каждого выбраковываемого индикаторного следа, который обнаружен при контроле.

19.2.1 Эскиз должен также включать, помимо прочего, следующее:

19.2.1.1 Идентификационные номера деталей,

19.2.1.2 Номера заказа,

19.2.1.3 Тип и размер дополнительных используемых преобразователей,

19.2.1.4 Имя контролера и

19.2.1.5 Дата контроля.

20. МАРКИРОВКА ПРОДУКЦИИ

20.1 Все выбраковываемые участки (индикаторные следы, превышающие пределы раздела 19) должны маркироваться на отливке при проведении контроля. Маркировать нужно центр искателя.

21. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

21.1 углеродистая и низколегированная сталь; отливки; мартенситная нержавеющая сталь; ультразвуковой

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Следующие дополнительные требования должны применяться только по согласованию между покупателем и поставщиком для обеспечения эффективного контроля важных зон отливок, которые не могут быть эффективно проверены с помощью продольного луча в связи с геометрией отливки или возможной ориентации несплошности.

S1. КОНТРОЛЬ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК УГЛОВЫМ ЛУЧОМ

S1.1 Оборудование:

S1.1.1 КИП — Контроль должен выполняться с помощью ультразвуковой, импульсно-отражательной системы, которая генерирует частоты как минимум 0,4 до 5 МГц. Свойства электронного оборудования должны соответствовать 4.1.

S1.1.2 Искатели — Искатели углового луча должны обеспечивать угловой луч в стали в диапазоне от 30 до 75° включительно относительно перпендикуляра, проведенного от входной поверхности контролируемой отливки. Предпочтение отдается искателям с частотой 0,4 до 5 МГц.

S1.1.3 Калибровочные образцы — Набор образцов, как показано на Рис. Sl.l, с поверхностью отливки, эквивалентной компаратору SCRATA A3, и толщиной, примерно равной контролируемым секциям с БО при 1/4t, 1/2t и 3/4t (где t — толщина образца), должен использоваться для определения опорной линии амплитуды.

S1.2 Калибрование оборудования:

S1.2.1 Сформировать кривую DAC на основе сигналов БО основного калибровочного образца для контроля угловым лучом, как показано на Рис. S1.1 и в Таблице S1.1.

S1.2.1.1 Получить и промаркировать амплитуды БО 1/4*t* и 1/2*t* относительно той же поверхности. БО, используемое для амплитуды 1/4*t*, может применяться для установления амплитуды 3/4*t* относительно противоположной поверхности, или можно использовать отдельное отверстие.

S1.2.1.2 Соединить амплитуды 1/4*t*, 1/2*t* и 3/4*t* для формирования кривой DAC.

S1.2.2 Основные калибровочные образцы должны быть выполнены из материала, который с акустической точки зрения подобен контролируемой отливке.

S1.2.3 Не использовать основные калибровочные образцы с литой поверхность, эквивалентной компаратору SCRATA A3, для контроля отливок с поверхностью, шероховатость которой выше, чем у компаратора SCRATA A3. Применять изготовленный на станке калибровочный контрольный образец для поверхностей, обработанных механическим способом.

S1.2.4 Настройки искателя и системы управления КИП остаются неизменными кроме аттенюатора или калиброванного контроля усиления.

S1.2.4.1 Аттенюатор или калиброванная система управления усилением может использоваться для изменения амплитуды сигнала во время контроля для обеспечения небольших сигналов амплитуды для более быстрого обнаружения. Оценивание сигнала выполняется путем возврата аттенюатора или калиброванной системы усиления к оригинальной настройке.

S1.3 Регистрация данных— Отчет поставщика об окончательно УЗК должен содержать следующие данные:

S1.3.1 Общее количество, местоположение, амплитуда и площадь всех индикаторных следов, равных или больших 100% кривой DAC.

S1.3.2 Частота контроля, тип КИП, тип и размер применяемых искателей, контактная среда, метод передачи, контролер, идентификационные номера поставщика, номер заказа, дата и подпись уполномоченного лица.

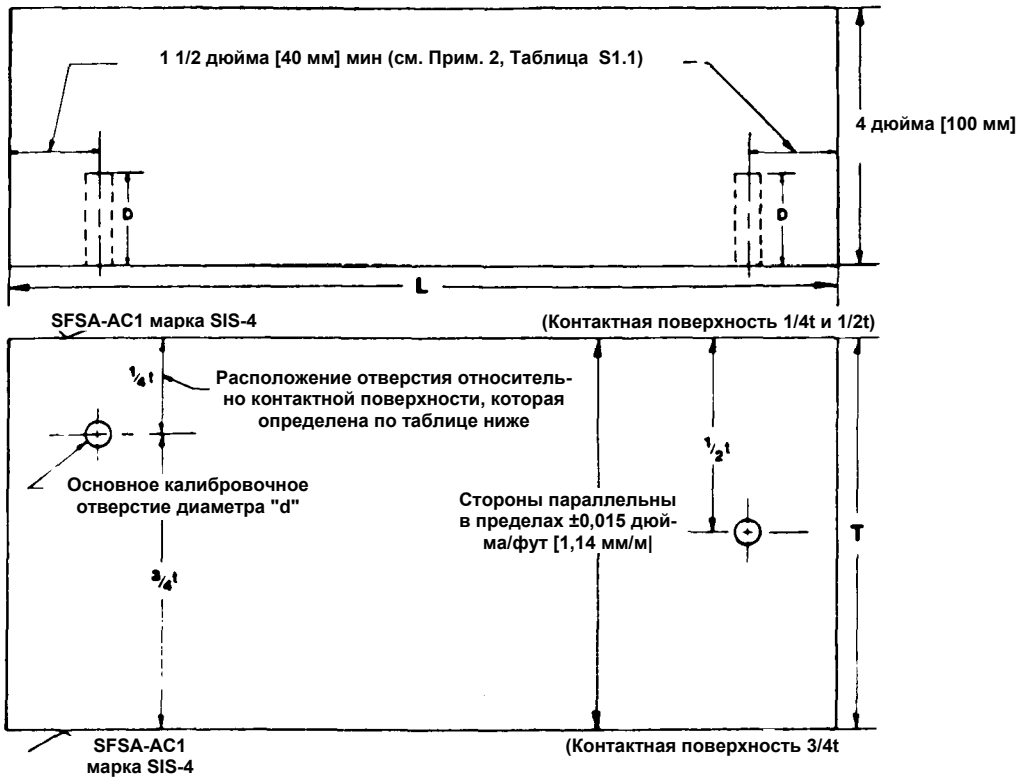
S1.3.3 Эскиз, отображающий физические границы отливки, включая размеры всех участков, не проконтролированных в связи с их геометрией, местом расположения индикаторных следов согласно S1.3.1.

S1.4 Стандарты приемки — Уровень качества для приемки должны быть согласован между покупателем и изготовителем на основании одного или более критериев, указанных ниже:

S1.4.1 Отсутствуют **и**ндикаторные следы, равные или превышающие DAC на площади, заданной для соответствующего уровня качества по Таблице 2.

S1.4.2 Другие критерии, которые согласованы между покупателем и изготовителем.

РИС. S1.1 ОСНОВНОЙ КАЛИБРОВОЧНЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УГЛОВЫМ ЛУЧОМ



L = длина образца, которая определена по углу искателя и используемой V-образной полосе,
T = толщина калибровочного образца (см. Таблицу S1.1),
D = глубина БО (см. Таблицу S1.1),
d = диаметр БО (см. Таблицу S1.1),
f = номинальная толщина материала.

ТАБЛИЦА S1.1
РАЗМЕРЫ КАЛИБРОВОЧНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ УГЛОВЫМ ЛУЧОМ

Номинальная толщина материала (*t*, дюймы [мм]	Основная толщина Калибровочный Образец (*T*), дюймы [мм]	Диаметр отверстия *(d)*, дюймы 1,002 [мм ± 0,05]	Мин. глубина *(D)*, дюймы [мм]
До 1 [25] вкл.	1 [25] или *t*	3/32 [2,4]	1 1/2 [40]
От 1 до 2 [25-50]	2 [50] или *t*	1/8 [3,2]	1 1/2 [40]
От 2 до 4 [50-100]	4 [100] или *t*	3/16 [4,8]	1 1/2 [40]
От 4 до 6 [100-150]	6 [150] или *t*	1/4 [6,3]	1 1/2 [40]
От 6 до 8 [150-200]	8 [200] или *t*	5/16 [7,9]	1 1/2 [40]
От 8 до 10 [200-250]	10 [250] или *t*	3/8 [9,5]	1 1/2 [40]
От 10 [250]	***t***	См. прим./ 1	1 1/2 [40]

Примечание 1 — При каждом увеличении толщины на 2 дюйма [50 мм] или на меньшую величину диаметр отверстия должен быть увеличен на 1/16 дюйма [1,6 мм].
Примечание 2 — Что касается размеров образца свыше 3 дюймов [75 мм] по толщине, *T*, расстояние от отверстия до конца образца должно составлять как минимум 1/2*T* во избежание совпадающих отражений от отверстия и угла. Образец, изготовленный с мин. размерами 2 дюйма [50 мм], не подлежит изменению, если индикаторные следы угла и отверстия могут быть легко интерпретированы.

СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКОВОК ИЗ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ

SA-745/SA-745M

07

[Идентично со Спецификацией ASTM A 745/A 745M-94 (R2003)]

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данное руководство охватывает описание стандартов и процедур контактного ультразвукового исследования поковок из аустенитной стали эхо импульсным методом при помощи прямых или наклонных преобразователей.

1.2 Данное руководство может использоваться в случае запроса, заявки, контракта, заказа или спецификации, в которых указано, что поковки из аустенитной стали следует подвергнуть исследованию в соответствии с Руководством A 745/A 745M. Ультразвуковое исследование немагнитных кованых бандажных колец следует производить в соответствии с Руководством A 531.

1.3 Значения в дюймах и футах либо в Международной системе единиц следует рассматривать как стандартные. В тексте значения Международной системы единиц приведены в скобках. Значения каждой системы не являются точными эквивалентами; следовательно, каждая система может быть использована независимо от другой. Объединение значений на практике может привести к несоответствию.

1.4 Данное руководство и применяемые спецификации на материалы включают значения в футах и дюймах, а также в Международной системе единиц. Однако, если в заявке не указано определение применяемой спецификации "M" (единицы MC), информация о материале должна быть снабжена значением в футах и дюймах.

1.5 *Данный стандарт не подразумевает соблюдения всех факторов безопасности соответствующих его использованию., если таковые имеются. Соблюдение соответствующих факторов безопасности и охраны труда, а также применимость нормативных ограничений перед использованием, является обязанностью пользователя данного стандарта.*

2. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 Стандарты *ASTM:*

A 531/A 531M Руководство по ультразвуковому исследованию стальных упорных колец турбогенератора

E 317 Руководство по оценке рабочих характеристик систем эхо импульсной дефектоскопии без использования электронных измерительных приборов

E 428 Руководство по изготовлению и контролю стальных образцов, используемых в ультразвуковом исследовании

2.2 *Документ Американского общества специалистов по неразрушающему контролю:*

SNT-TC-1A Практические рекомендации для сертификации специалистов по неразрушающему контролю

3. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

3.1 В случае если данное руководство применяется для заявки или заказа на поставку, заказчик должен включить в него следующую информацию:

3.1.1 Уровень качества исследования (см. Раздел 12).

3.1.2 Дополнительные требования к данному руководству.

3.1.3 Применяемость дополнительных требований (см. Раздел дополнительных требований).

3.2 Если требуется, производитель должен предоставить описание процедуры проверки для одобрения заказчиком, которое должно включать, но не ограничиваться следующим: эскизом конфигурации, требующимся для ультразвукового исследования, с описанием поверхностей, которые необходимо проконтролировать, направлением сканирования, расположением углублений/проточек и размерами (если возможно), объемом контроля (если возможно), и инструкцией с перечислением подробностей калибровки и исследования, а также стадией производства.

4. АППАРАТУРА

4.1 Для данного исследования следует использовать электронный, эхо импульсный дефектоскоп отражательного типа. Система должна обладать возможностью функционирования в диапазоне частот от 0,5 до 5,0 МГц. Применимо как видео так и радиочастотное отображение.

4.2 Ультразвуковой прибор должен обеспечивать линейное отображение (в пределах ±5% высоты сигнала) по крайней мере, на 75% от высоты экрана (линия развертки во весь экран). Данные 5% линейности являются наглядными в отображении амплитуды на экране. Линейность прибора должна быть утверждена назначением Руководства E 317.

4.3 Приборы с пошаговым управлением усилением (с диапазоном точности до ±10% от номинального коэффициента затухания) следует использовать, если возможно для измерения сигнала, выходящего за пределы линейного диапазона экрана прибора.

4.4 *Искатели:*

4.4.1 Можно применять искатели с преобразователями из кварца или другого пьезоэлектрического материала.

4.4.2 Максимальная расчетная рабочая площадь искателей для нормальных волн составляет 1 1/2 дюйма^2 [970 мм^2], от 1/2 дюйма [13 мм] минимум до 1 1/8 дюймов [30 мм] максимальных размеров или 3/4 дюйма [20 мм] минимального размера диаметра.

4.4.3 Искатели с углом ввода должны иметь расчетную рабочую площадь от 1/2 до 1 дюйма^2 [от 325 до 650 мм^2]. Искатели, применяемые для исследования волнами под углом должны создавать ширину пучка от 30° до 70° в материале.

4.4.4 Другие искатели, обладающие частотами, отличными от перечисленного в Разделе 8, могут использоваться для оценки и определения несплошности.

4.5 *Контактная среда* — Между преобразователем и исследуемой поверхностью необходимо использовать подходящую контактную среду с хорошими увлажняющими характеристиками. Для исследования и настройки прибора следует использовать ту же контактную среду.

4.6 *Контрольные образцы:*

4.6.1 Все стандартные ультразвуковые контрольные образцы должны соответствовать основным положениям Руководства E 428. Однако, абсолютное совпадение с Руководством E 428 не является строго обязательным в связи со свойствами материала, описанного данным руководством.

4.6.2 Величина зерна в образце, измеряемая относительной звуковой проницаемостью, должна совпадать с величиной зерна исследуемой поковки. Однако, следует признать, что крупногабаритные поковки из аустенитной стали могут значительно отличаться по акустической проницаемости всей детали благодаря изменениям размеров зерна и структуры. Контрольные образцы необходимо выбирать таким образом, чтобы их средняя проницаемость примерно совпадала с исследуемой поковкой. Дополнительные контрольные образцы крупно или мелкозернистые могут использоваться для настройки прибора, как описано в Разделе 11.

4.6.3 В качестве дополнительного метода, где возможно, соответствующий размер установочного отверстия (или отверстий) или канавки может быть помещен в характерной области поковки для настройки или исследования с удалением при последующей обработке. Если отверстия или канавки не удаляются при последующей обработке, заказчик должен утвердить расположение этих отверстий или канавок.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

5.1 Персонал, выполняющий ультразвуковое исследование в рамках данного руководства должен иметь квалификационный уровень и быть сертифицирован в соответствии с письменным положением, отвечающим Руководящим Указаниям No. SNT-TC-1A или другому национальному стандарту, удовлетворяющему требованиям поставщика и заказчика.

6. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКОВОК

6.1 Поковки должны подвергаться ультразвуковому исследованию только после термообработки.

6.2 Исследуемые поверхности должны быть очищены от посторонних веществ, таких как рыхлая окалина, краска, загрязнения и т.д.

6.3 Шероховатость исследуемой поверхности не должна превышать 250 мкдюймов [6 мкм] если иное не указано в заказе или контракте.

6.4 Поковки должны быть подвергнуты механической обработке с целью достижения простой формы, то есть должны состоять из прямоугольных, параллельных или концентрических поверхностей, на которых можно обеспечить полное пространственное обследование.

6.5 В определенных случаях, как например с фасонными коваными деталями, может оказаться невозможным обеспечить 100% пространственной области обзора. Такие поковки следует подвергать исследованию в максимально возможном объеме. Процедура, определяющая объем исследования, должна быть предоставлена заказчику на одобрение (см. п. 3.2).

7. ПРОЦЕДУРА

7.1 Ультразвуковое исследование должно производиться после термообработки, если поковка подготовлена к ультразвуковому исследованию, но до того, как будут просверлены отверстия, выточены шпоночные пазы, сужения, канавки или будет произведена механическая обработка с целью придания окончательной формы.

7.2 Для обеспечения исследования всего объема поковки при сканировании, перемещать искатель следует с 15% перекрытием каждого прохода.

7.3 Скорость сканирования не должна превышать 6 дюймов [150 мм]/с.

7.4 Сканировать следует все поверхности поковки, как минимум, в двух перпендикулярных направлениях для обеспечения максимально возможного объема исследования.

7.5 Сканирование дискообразных поковок следует производить с применением прямого луча хотя бы на одной плоской поверхности и по длине окружности, если возможно. Данная методика подразумевает диск цилиндрической формы, где диаметр превышает высоту. Дискообразные поковки, штампованные осадкой "блины", при исследовании следует рассматривать как диски, хотя во время исследования в детали может быть отверстие по центру, обратно-проточенные витки или другая конфигурация изделия.

7.6 Сканирование поковок цилиндрического, круглого и пустотелого профиля следует производить по всей внешней поверхности (боковые стороны или длина окружности), при помощи методики прямого луча, а также по направлению оси по всему возможному объему. Если отношение длины к диаметру (относительное удлинение) превышает 6 к 1 (или длина по оси превышает 24 дюйма [600 мм]), сканирование следует производить по оси со стороны обеих торцевых поверхностей по всему возможному объему. Если контроль по оси невозможен из-за затухания, исследование наклонным преобразователем, направленное вдоль оси можно заменить осевым исследованием прямым преобразователем. Исследование кольцевых и пустотелых поковок с отношением внутреннего и внешнего диаметров менее чем 2 к 1, и толщиной стенки менее 8 дюймов [200 мм], следует производить наклонным преобразователем по наружному и внутреннему диаметру или с обеих сторон, посредством полного или полу-пересечения (см. пп. 10.1.2 и 10.1.3), что необходимо для достижения 100% контроля поковки или объема контроля, определенного в утвержденной процедуре (см. п. 3.2).

8. ЧАСТОТА

8.1 Ультразвуковое исследование следует выполнять на максимально возможной частоте (как указано в пп. 8.1.1, 8.1.2, или 8.1.3) с целью полного контроля по всей толщине поковки, а также даст хорошее разрешение на соответствующем контрольном образце. Частота, применяемая в ультразвуковом исследовании, должна быть указана в отчете. Определить частоту исследования можно следующим образом:

8.1.1 Номинальная частота исследования должна составлять 2,25 МГц. Использование такой частоты, как правило, невозможно вследствие затухания.

8.1.2 Основная допустимая частота, которая обычно применяется, составляет 1 МГц.

8.1.3 Если необходимо, в связи с затуханием, можно использовать частоту 0,5 МГц. В таком случае необходимо уведомить заказчика об использовании более низкой частоты.

8.1.4 В случае невозможности контроля некоторых областей поковки даже с частотой 0,5 МГц, следует использовать другие методы неразрушающего контроля (такие, как рентгеноскопия) на отсутствие дефектов в поковке по соглашению между поставщиком и заказчиком.

9. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯМЫМ ЛУЧОМ

9.1 *Метод настройки:*

9.1.1 Выполнять калибровку для исследования прямым преобразователем следует по плоскодонному отверстию, заданному соответствующим уровнем качества (см. Раздел 12).

9.1.2 Определять метод калибровки следует по толщине контрольного образца.

9.1.2.1 Контроль толщин до 6 дюймов [150 мм] следует производить при помощи метода калибровки с использованием образца или амплитудной кривой.

(a) Использование образца — Чувствительность следует устанавливать на образце с равноценной толщиной. Плоскодонные отверстия должны быть просверлены под прямым углом к исследуемой поверхности, на толщину до 1,5 дюймов [40 мм], и как минимум на 0,75 дюймов [20 мм] в глубину, но не глубже, чем половина толщины от 1,5 до 6 дюймов [от 40 до 150 мм]. При необходимости оценку показаний предполагаемой глубины несплошности следует производить с использованием дополнительных контрольных образцов.

(б) Метод корректировки кривой расстояние -амплитуда — Чувствительность следует устанавливать на образце с большей длиной пути, чем в исследуемой детали, в пределах ±1 дюйм [25 мм].

9.1.2.2 Контролировать толщины от 6 до 24 дюймов [от 150 до 600 мм] следует с использованием метода калибровки по кривой расстояние - амплитуда. Калибровка расстояния по толщине ½ испытательного образца может использоваться для осуществления исследования с двух противоположных поверхностей.

9.1.2.3 Если длина пути в металле превышает 24 дюйма [600 мм], следует выполнять один из следующих видов контроля:

(a) Выполнять исследование обратного отражения как минимум с одной поверхности до QL-5 (см. п. 12.1.1) или по технологии, одобренной заказчиком (см. п. 3.2).

(b) На пустотелых поковках круглой формы с толщиной стенок менее 8 дюймов [200 мм], необходимо выполнять исследование волнами под углом вместо исследования прямым преобразователем с торцевых поверхностей. Калибровку для этого вида сканирования следует выполнять по имеющимся осевым надрезам, необходимым для исследования по длине окружности или по поперечным надрезам, предназначенным специально для исследования вдоль оси наклонным преобразователем.

9.2 Процедуры калибровки — Настройте амплитуду обратного отражения до максимального предела вертикальной линейности прибора с надлежащей частотой исследования на неконтролируемой области поковки. Настроенная чувствительность экрана прибора будет являться единой для методов калибровки с использованием одного или нескольких образцов. Если при данной настройке усиления отклик от плоскодонного отверстия на самом длинном контрольном образце по амплитуде не равен или не превышает 0,5 дюйма [13 мм] до верхней точки амплитудной кривой, усиление прибора следует увеличить до получения показаний 0,5 дюйма [13 мм]. Для построения корректировочной кривой амплитуда-расстояние, необходимо определить оставшиеся точки для установления формы кривой на данном уровне настройки усиления и начертить кривую на экране прибора или построить ее график. Необходимо использовать, по крайней мере, три образца с толщиной металла в 3 дюйма [75 мм], $^1/_2T$, и T. Однако расстояние между любыми испытательными образцами должно составлять $1\ ^1/_2$ дюйма [40 мм] минимум. Если необходимо оценить показания на расстоянии менее 3 дюймов [75 мм] от первого импульса, следует использовать дополнительный контрольный образец с длиной пути $1\ ^1/_2$ дюйма [40 мм]. Это показание является опорным сигналом, по которому оцениваются все показания при

максимально допустимом ответном сигнале вне зависимости от глубины залегания дефекта. Изделие считается годным, если не получено показаний, превышающих допустимые пределы. При исследовании крупногабаритных поковок можно предположить, что часть амплитудной кривой будет выходить за пределы вертикальной линейности прибора. Если показания отображаются в данной области экрана, следует перенастроить прибор путем увеличения усиления или возвращения к первоначальным настройкам для приведения в соответствие определенной области экрана с этой конкретной областью.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Если для исследования поковок с криволинейной поверхностью применяется калибровка по плоскому калибровочному образцу, следует внести поправку на кривизну поверхности, что должно быть согласовано между заказчиком и поставщиком. Для диаметров 80 дюймов [2000 мм] и более, поправочный коэффициент не требуется.

10. ИССЛЕДОВАНИЕ НАКЛОННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

10.1 Кольцеобразные и круглые пустотелые поковки, как указано в п. 7.6, следует контролировать наклонным преобразователем по внешнему диаметру в двух направлениях по окружности с использованием следующего метода калибровки:

10.1.1 В качестве калибровочных образцов следует использовать канавки с максимальной длиной поверхности 1,25 дюймов [30 мм], перпендикулярно направлению распространению звука; с глубиной согласно уровню качества (Раздел 12), либо прямоугольные канавки с шириной, не превышающей глубину более чем в два раза, или с углом кромки от 60° до 75°, расположенные на поковке таким образом, чтобы не мешать друг другу.

10.1.2 Определите отраженный сигнал от калибровочных канавок на наружном и внутреннем диаметре посредством искателя, расположенного таким образом, чтобы получить максимально возможный отраженный сигнал от каждой канавки. Необходимо настроить чувствительность прибора таким образом, чтобы показания от каждой канавки при наибольшем пути в металле, отстояли от верхней точки кривой, по крайней мере, на 0,5 дюйма [13 мм]. Необходимо провести прямую, соединяющую верхние точки ответных сигналов, полученные от канавок на внешнем и внутреннем диаметрах. Она будет являться основной опорной линией. Данная процедура рассматривает калибровку по всем точкам.

10.1.3 В случае, если отраженный сигнал 0.5 дюйма [13 мм] расстояния до верхней точки кривой не может быть получен от канавки на внешнем и внутреннем диаметре, следует произвести калибровку и по внешней окружности (наружный диаметр поверхности) и по внутреннему диаметру. Следует настроить чувствительность прибора таким образом, чтобы показания, полученные от канавки с противоположной стороны составляли, по крайней мере, 0,5 дюйма [13 мм] от расстояния до верхней точки амплитуды. Данная технология считается калибровкой по половине точек. Если предусмотрено, исследования наклонным датчиком можно использовать вместо исследования прямым преобразователем со стороны торцевых поверхностей.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Могут возникнуть трудности при контроле внутренней поверхности поковок в форме длинного цилиндра или цилиндра с внутренним отверстием небольшого диаметра. Как правило, контролю не подвергаются внутренние диаметры менее 18 дюймов [450 мм] или цилиндрические поковки длиной более 36 дюймов [900 мм].

11. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛА

11.1 Крупнозернистые аустенитные материалы зачастую дают шлейфовые помехи, особенно, если исследование производится на высоких частотах. По этой причине необходимо с особой тщательностью изучать недопустимые показания для того, чтобы определить, являются ли они результатом дефекта или структуры. Желательно иметь несколько наборов образцов с различной степенью зернистости, таким образом, чтобы затухание дефектного участка совпадало с образцом для наиболее точного определения размера минимального дефекта. Благодаря большим отклонениям затухания во всей крупногабаритной поковке, разрешается оценивать недопустимые показания на основе различных калибровочных образцов, которые совпадают по параметру затухания с дефектной областью. Также допускается сверление контрольных отверстий в самой поковке, только с одобрения заказчика, для облегчения снятия показаний и калибровки прибора. Потеря обратного отражения может произойти не только благодаря внутренней несплошности, а также в связи с крупнозернистой или неоднородной гранулярной структурой, изменением контактной среды, непараллельными отражающими поверхностями и другими факторами, которые необходимо принять во внимание перед тем, как делать вывод о том, что потеря обратного отражения является результатом несплошности.

12. ДОПУСКАЕМЫЙ УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА

12.1 Заказчиком могут быть определены следующие уровни качества:

12.1.1 *Исследование прямым преобразователем:*

12.1.1.1 Материал, дающий показание в виде ответного сигнала с максимальной амплитудой равной или превышающей 100% основной опорной линии или кривой корректировки расстояние-амплитуда на расчетной глубине несплошности считается негодным.

(а) QL-1 —кривая расстояние-амплитуда должна основываться на амплитуды ответного сигнала от плоскодонного отверстия № 8 ($^{8}/_{64}$ дюйма [3 мм]).

(б) QL-2 — кривая расстояние-амплитуда должна основываться на амплитуды ответного сигнала от плоскодонного отверстия ($^{16}/_{64}$ дюйма [6 мм]).

(в) QL-3 — кривая расстояние-амплитуда должна основываться на амплитуды ответного сигнала от плоскодонного отверстия № 24 ($^{24}/_{64}$ дюйма [10 мм]).

(г) QL-4 — кривая расстояние-амплитуда должна основываться на амплитуды ответного сигнала от плоскодонного отверстия № 32 ($^{32}/_{64}$ дюйма [13 мм]).

(д) QL-5 — Исследование обратным отражением следует выполнять, обеспечивая отсутствие полной потери обратного отражения вместе с показаниями несплошности.

В связи с этим, полной потерей обратного отражения считается обратное отражение меньше 5% от полной высоты экрана.

12.1.1.2 Допустимый уровень качества обязательно будет меняться в связи с различной толщиной металла, требованиями заказчика, а также с типоразмерами исследуемой поковки. Большие дискообразные, кольцеобразные или сплошные поковки или поковки сложной формы создают различного рода проблемы, при этом допустимый уровень качества должен быть согласован между заказчиком и поставщиком. Для общего руководства предоставлен перечень следующих толщин материалов в зависимости от допустимого уровня качества.

(a) QL-1 — В большинстве случаев применяется для толщин до 3 дюймов [75 мм].

(б) QL-2 — В большинстве случаев применяется для толщин до 8 дюймов [200 мм].

(c) QL-3 — В большинстве случаев применяется для толщин до 12 дюймов [300 мм].

(d) QL-4 — В большинстве случаев применяется для толщин до 24 дюймов [600 мм].

(e) QL-5 — Часто применяется для толщин более 24 дюймов [600 мм].

12.1.2 *Исследование наклонным преобразователем* — Материал, который дает показания с амплитудой равной или превышающей основную опорную линию допуска (калибровка по всем точкам: см. п. 10.1.2) на расчетной глубине несплошности считается негодным. При использовании только одной калибровочной канавки (калибровка не по всем точкам: см. п. 10.1.3), материал с показаниями от несплошности равными или превышающими амплитуду показаний от канавки следует признать негодным к приемке.

12.1.2.1 *QA-1* Уровень приемки при исследовании наклонным преобразователем следует основывать на показаниях от канавки глубиной 3% от толщины поковки во время исследования.

12.1.2.2 *QA-2* Линия приемки при исследовании наклонным преобразователем следует основывать на показаниях от канавки глубиной менее 5% от толщины поковки во время исследования, или *3/4* дюйма [19,05 мм].

13. РЕГИСТРИРУЕМЫЕ ПОКАЗАНИЯ

13.1 Протокол испытания со всеми показаниями или группами показаний с амплитудами, как указано ниже, следует передать заказчику для ознакомления.

13.1.1 Показания, сопровождаемые потерей обратного отражения на 75% от высоты экрана. Подобная потеря обратного отражения без показаний должна контролироваться на более низких частотах; если же это невозможно, данная область должна быть отмечена как "не контролируемая"

13.1.2 Показания, отличные от уровня шума и передвигающиеся влево или вправо на электронно-лучевой трубке при перемещении преобразователя на 1,0 дюйм [25 мм] или более на поверхности поковки.

13.1.3 Показания, равные или превышающие 50% применяемой опорной амплитудной кривой (как при исследовании прямым преобразователем, так и при исследовании наклонным преобразователем).

14. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

14.1 критерии приемки; аустенитная сталь; контактный метод; ультразвуковое исследование.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Дополнительные требования должны применяться только в случае, указанном заказчиком в заявке или заказе. Детали таких дополнительных требований должны быть согласованы между изготовителем и покупателем.

S1. КАЛИБРОВКА НАКЛОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА БАЗЕ КОНЕЧНОЙ ТОЛЩИНЫ

S1.1 Глубина калибровочной канавки (см. п. 12.1.2) должна быть основана на окончательной толщине поковки, указанной в заказе, а не на толщине, применяемой во время исследования.

СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИСТОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

SB-548

(Идентичен Спецификацией ASTM B 548-03.)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данная методика охватывает ультразвуковое исследование эхо импульсным методом листов из алюминиевых сплавов толщиной равной или превышающей 0,500 дюйма (12,7 мм), которые используются при производстве сосудов под давлением. Ультразвуковое исследование применяется для определения обширных внутренних несплошностей, расположенных параллельно направлению прокатки, таких как трещины, разрывы и расслоения, а также для подтверждения того, что к отгрузке допускаются лишь листы без недопустимых несплошностей.

1.2 Методика исследования и критерии приемки, включенные в данный стандарт, подходят для листов из следующих алюминиевых сплавов: 1060, 1100, 3003, Плакированный дюралюминий 3003, 3004, Плакированный дюралюминий 3004, 5050, 5052, 5083, 5086, 5154, 5254, 5454, 5456, 5652, 6061, и Плакированный дюралюминий 6061.

1.3 Данный документ распространяется только на ультразвуковой контроль импульсными продольными волнами, которые передаются и принимаются либо монокристаллическими искателями, либо комбинацией раздельно-совмещенных пьезоэлектрических кристаллов. Ультразвуковые исследования волнами под углом или сквозные исследования здесь не рассматриваются.

1.4 Данный метод должен применяться при ультразвуковом исследовании, указанном в данном документе, если это требуется контрактом, заказом на поставку или соответствующей спецификацией на листы.

1.5 Стандартными являются единицы измерения в дюймах и футах. Единицы измерения Международной системы даются в скобках только для сведения.

1.6 *Данный стандарт может предполагать применение опасных материалов, операций и оборудования. Данный стандарт не предназначен для указания всех факторов, влияющих на безопасность, связанных с его использованием. Внедрение соответствующих инструкций по технике безопасности и охране труда, а также применимость нормативных ограничений перед использованием, является обязанностью пользователя данного стандарта.*

2. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 Следующие документы, в редакции, действующей на момент закупки материала, являются частью данной спецификации, в указанных здесь пределах:

2.1.1 *Стандарты ASTM:*

E 114 Руководство по ультразвуковому эхо импульсному исследованию прямым преобразователем контактным методом

E 214 Руководство по ультразвуковому иммерсионному исследованию отраженными волнами с использованием импульсных продольных волн.

E 317 Руководство по оценке рабочих характеристик ультразвуковых эхо импульсных систем без применения электронных измерительных приборов

2.1.2 *Другие стандарты:*

Документ Американского общества специалистов по неразрушающим испытаниям – Практические рекомендации по аттестации и сертификации специалистов по неразрушающему контролю— SNT-TC-1A.

3. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ

3.1 Листа должны контролироваться при помощи ультразвука сканированием одной прокатанной поверхности пучком импульсных продольных волн в направлении, перпендикулярном лицевой поверхности листа. Ультразвук попадает в лист либо при прямом контакте, либо иммерсионным способом, либо жидкостным методом. В процессе сканирования показание, отображающее первое обратное отражение, наблюдается на экране А-типа на приборе.

3.2 Если уровень чувствительности в системе настроен подобающим образом, несплошность, возможно обнаружить во время сканирования при помощи выделения отдельного показания, связанного с потерей первого обратного отражения. Истинный размер несплошности определяется посредством измерения общей площади на контролируемой лицевой поверхности листа, где присутствуют отдельное показание и потеря обратного отражения. Определенный размер и местоположение несплошности затем следует сравнить с соответствующим критерием приемки.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Дополнительная информация, описывающая ультразвуковые исследования прямым контактным методом и иммерсионным методом имеется в Руководствах E 114 и E 214.

4. НАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

4.1 Наличие таких факторов, как состояние лицевой и задней поверхностей листов, отклонение пучка ультразвука по отношению к лицевой поверхности, и рабочие характеристики системы контроля могут привести к уменьшению отдельных показаний или существенной потере обратного отражения и, следовательно, серьезно повлиять на достоверность процедуры контроля, изложенной в данном стандарте.

4.2 Точные показания размеров несплошности могут быть существенно ограничены, вследствие разброса характеристик пучка, присутствующего во многих искателях. По этой причине размер несплошности, определяемый по процедуре контроля, описанной в данной методике, рассматривается как "истинный" или "предполагаемый" в связи с ограниченным количественным параметром измерений.

4.3 Большое количество взаимодействующих переменных в системе контроля может отрицательно повлиять на результаты ультразвукового исследования, поэтому могут возникнуть трудности при определении фактических количественных эффектов обнаруженных несплошностей на основании механических качеств исследуемых листов. Следовательно, данная методика ультразвукового исследования не может применяться в качестве единственного показателя окончательной оценки качества и функционирования сосудов под давлением, однако обеспечивает достоверный контроль качества листов во избежание неисправности во время процесса формовки при производстве сосудов.

5. ПРИБОР

5.1 *Дефектоскоп*— Применяется любой дефектоскоп с импульсными продольными волнами и отображением отражений ультразвука на экране А-типа, когда используется с соответствующим искателем. Прибор должен давать стабильное, линейное усиление получаемых импульсов при выбранной частоте исследования без значительных помех от сигналов от границы раздела при требуемом уровне чувствительности.

5.2 *Искатель* — Рекомендуется использовать для данного стандарта плоский искатель не фокусирующего типа, содержащий пьезоэлектрический кристалл, который может испускать и получать продольные волны с номинальной частотой, при условии что он подсоединен к прибору посредством соответствующего коаксиального кабеля. Может использоваться раздельно-совмещенный искатель, содержащий передающий и получающий кристалл в одном корпусе, при условии, что прибор поддерживает функционирование с двумя кристаллами, а результаты эхо импульсного контроля идентичны полученным при помощи искателя с одним кристаллом.

5.2.1 Общая рабочая площадь кристаллов или комбинации кристаллов, используемых при первоначальном сканировании должны быть не менее 0,4 дюйма^2 (2,6 см^2), но не более 3,0 дюйма^2 (19,4см^2).

5.2.2 Средний диаметр круглого искателя, применяемого для определения размеров несплошности не должен превышать 0,75 дюйма (19 мм).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Для выполнения контроля, рабочие характеристики прибора и искателя следует настраивать в соответствии с процедурой, описанной в Руководстве E 317.

5.3 *Емкость* — Для контроля иммерсионным методом подходит любая емкость, обеспечивающая доступное, четкое и стабильное расположение искателя и исследуемых листов.

5.4 *Прибор*— Во время процедуры контроля, искатель должен опираться на одно из следующих устройств. Прибор должен предоставлять возможность измерения расстояния сканирования и индексное расстояние в пределах ± 0,1 дюйма (± 2 мм).

5.4.1 *Манипулятор и мостик* — При использовании манипулятора при контроле иммерсионным методом, манипулятор должен включать в себя электронно-лучевую трубку с искателем, а также должен обеспечивать точную настройку с углом раствора в пределах 1° в двух вертикальных перпендикулярных плоскостях. Мостик должен быть достаточно прочным для обеспечения жесткой связи для манипулятора, а также обеспечения плавного и точного расположение искателя. Специальные опорные зажимы для искателей могут быть использованы в том случае, если они удовлетворяют требованиям, предписанным манипулятору и мостику.

5.4.2 *Штуцер гидравлического соединения* — Для метода контроля, когда контакт обеспечивается посредством столбика жидкости, штуцер, как правило, устанавливается вручную, и должен удерживать контактную среду во время жесткого соединения с активной поверхностью искателя, погруженной в контактную среду. Расстояние до контактной среды должно быть выдержано таким образом, чтобы второе отражение от контактной среды находилось справа от первого обратного отражения на экране прибора (ЭЛТ). Во время калибровки, первоначального сканирования и выявления несплошности путь в контактной среде не должен отклоняться более чем на ±1/4 дюйма (6,4 мм). Рекомендуемый минимальный внутренний размер штуцера должен на 1,0 дюйм (25 мм) превышать максимальный размер поверхности кристалла искателя. Также необходимо предусмотреть настройку угла наклона искателя в пределах 1° в двух вертикальных взаимоперпендикулярных плоскостях.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Штуцеры с уплотненными или неуплотненными отверстиями используемые для получения показаний контроля с любого другого устройства, могут также применяться в иммерсионном методе.

5.4.3 *Искатели для контактного метода контроля*— Во время исследования контактным методом, искатель, обычно устанавливается вручную на лицевую поверхность исследуемого листа. Однако специальные приспособления для контактного сканирования можно использовать только в том случае, если их применение отвечает требованиям данного стандарта.

5.5 *Контактная среда* — В качестве рекомендуемой контактной жидкости рекомендуется очищенная, деаэрированная вода комнатной температуры для исследования иммерсионным методом или методом обеспечения контакта посредством столбика жидкости. Могут быть использованы также стабилизаторы, увлажняющие компоненты или и то и другое. Для исследования контактным методом рекомендуется очищенная текучая смазка в качестве контактной жидкости.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Для исследования также могут применяться и другие контактные жидкости при условии, что они не повлияют на результаты контроля.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ

6.1 Оператор, проводящий исследование, описанное в данном стандарте, должен быть квалифицированным и иметь сертификацию, по крайней мере, на Уровень I — Ультразвуковое исследование в соответствии с Рекомендованной практикой SNT-TC-1A Американского общества специалистов по неразрушающим испытаниям.

6.2 Документация, необходимая для подтверждения аттестации и сертификации специалистов по ультразвуковому контролю должна быть подготовлена аттестационным агентством и должна быть представлена при первом требовании заказчика.

7. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТОВ

7.1 Лицевые и задние поверхности исследуемых листов должны быть чистыми, гладкими, и плоскими для поддержания амплитуды первого отражения более 50% от первоначальной поверочной амплитуды при сканировании области листа, на которой нет значимых изолированных ультразвуковых несплошностей.

7.2 Во время исследования лист должен иметь комнатную температуру.

8. ПРОЦЕДУРА

8.1 *Предпочтительный способ* — Ультразвуковое исследование может проводиться посредством обеспечения контакта при помощи жидкости, прямого контакта или иммерсионного метода. Предпочтительным, однако, считается иммерсионный метод.

8.1.1 Поддерживайте путь луча в контактной среде таким, чтобы второй отраженный сигнал от контактной жидкости отображался справа от первого обратного отражения на экране прибора. Длина пути в контактной жидкости не должна меняться более чем на $\pm {}^{1}/_{4}$ дюйма (6,4 мм) во время калибровки, первоначального сканирования и определения размера несплошности.

8.2 *Частота исследования* — При применении любого из трех методов контроля, перечисленных в п. 8.1, рекомендуемая частота составляет 5,0 МГц. Другие частоты от 2,0 МГц до 10,0 МГц могут применяться, если необходимо для сведения к минимуму возможные неблагоприятные воздействия толщины, микроструктуры листов и рабочих характеристик системы на основании результатов испытаний и, следовательно, на экране прибора во время исследования будет поддерживаться четкое легко читаемое отображение А-типа.

8.3 *Калибровка чувствительности* — Калибровку уровня чувствительности системы контроля на выбранной частоте следует производить при помощи регулировки усиления для получения амплитуды первого обратного отраженного сигнала в диапазоне 75 + 5% от вертикальной границы, полученного на экране прибора, когда искатель расположен в области, свободной от значительных несплошностей на исследуемом листе. Во время иммерсионного метода контроля или контроля методом обеспечения контакта столбиком жидкости через столбик жидкости, следует настроить угловое смещение искателя для получения максимального количества обратных отраженных сигналов перед установкой окончательного уровня чувствительности.

8.4 *Сканирование* — Следует установить искатель на углу исследуемого листа таким образом, чтобы край кристалла искателя был примерно на расстоянии в 1 дюйм (25 мм) от любого края листа, причем дополнительной регулировки усиления при этом не требуется.

8.4.1 После проверки углового смещения искателя, по отношению к направлению прокатки лицевой поверхности для обеспечения максимального количества обратных отраженных сигналов, необходимо продолжать сканирование листа, последовательно перемещая, искатель с постоянной скоростью (см. п. 8.6) от первоначальной исходной позиции к противоположному краю в направлении, перпендикулярном основному направлению прокатки листа.

8.4.2 Во время сканирования необходимо отмечать наличие показаний изолированной несплошности и отслеживать амплитуду первого обратного отраженного импульса посредством непрерывного изучения экрана прибора А-типа.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Дополнительные контролирующие устройства могут использоваться в системе контроля для надежности показаний во время сканирования.

8.5 *Показатели сканирования*— После завершения первоначального сканирования, следует переместить искатель на предопределенное расстояние сканирования по направлению параллельному основному направлению прокатки листа, а затем возобновить второе сканирование по линии, параллельной первоначальному направлению сканирования во время исследования образца на экране прибора. Рассчитывать расстояние необходимо следующим образом:

Расстояние индекса сканирования (дюймы), $S_i = 0{,}8 + 0{,}7\ D_s$

Расстояние индекса сканирования (мм), $S_i = 20 + 0{,}7\ D_s$

где: D_s = фактический диаметр кристалла.

8.5.1 Продолжать исследование следует посредством постоянного исследования контрольного образца на экране прибора в процессе последовательного сканирования листа при постоянной скорости в направлении, перпендикулярном основному направлению прокатки листа с перемещением искателя на расстояние, рассчитанное по формуле в п. 8.5.

8.5.2 В процессе сканирования следует периодически проверять настройку чувствительности прибора посредством обозначения амплитуды первого обратного отраженного сигнала, когда искатель переустановлен на исходную область листа при помощи требуемой регулировки усиления для поддержания настройки чувствительности, указанной в п. 8.3.

8.6 *Скорость сканирования* — Если изображение на экране индикатора определяется оператором визуально во время исследования, скорость сканирования не должна превышать 12 дюймов/с (305 мм/с).

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — Скорость сканирования, превышающая 12 дюймов/с (305 мм/с) может применяться в случае использования дополнительных контрольных приборов для поддержания надежности исследований.

8.7 *Определение несплошностей* — Если амплитуда изолированного ультразвукового показания превышает 30% вертикального предела экрана, или, если показания первого обратного отраженного сигнала уменьшается до амплитуды менее 5% от вертикального предела, в любое время исследования, необходимо приостановить процедуру и отрегулировать угол искателя для получения максимального изолированного показания и определения того, что потеря обратного сигнала не вызвана неверной настройкой прибора из-за листа.

8.7.1 Если потеря обратного сигнала не вызвана помехами от поверхности, необходимо проверить состояние задней и лицевой поверхностей листа в месте возникновения наибольшей потери обратного сигнала (95% или выше).

8.7.2 Показателем внутренней несплошности является либо увеличенное изолированное ультразвуковое показание, отображающее амплитуду, превышающую 50% от амплитуды первого обратного отражения при калибровке, либо существенная потеря первого показания обратного отраженного сигнала не свойственная смещению искателя или помехам с поверхности.

ПРИМЕЧАНИЕ 7 — Изолированные показания, возникающие в средней области между показанием с лицевой поверхности и первым обратным отражением могут спровоцировать второе показание на месте первого обратного отражения на экране А-типа. Полную потерю первого обратного отражения можно допустить, в том случае, когда условие подтверждается посредством проверки дифракционной картины множественных обратных отражений.

8.8 *Оценка размера несплошности* — При остановке сканирования, следует обратить внимание на расположение искателя в том месте, где были обнаружены изолированное показание или потеря обратного отражения.

8.8.1 Используя, искатель со средним диаметром кристалла не более 0,75 дюймов (19 мм), необходимо проконтролировать квадратную область 6 дюймов (152-мм), охватывающую ту точку на лицевой поверхности листа, где было прервано сканирование. Рекомендованное расстояние индекса следующее:

$$S_i \text{ (дюймы или мм)} = 0{,}7\ D_s$$

где:
D_s — фактический диаметр кристалла искателя.

8.8.2 Для определения точного размера несплошности, следует отмечать каждую точку, соответствующую центру искателя на лицевой поверхности листа, где наблюдается 95 ± 5% потери первого обратного отражения или где изолированное показание отображает амплитуду, равную 50 ± 5% от амплитуды первоначального обратного отражения, установленного во время калибровки, описанной в п. 8.3.

8.8.3 Следует продолжать отмечать положение искателя в каждой точке обнаружения любой характеристики несплошности, описанных в параграфе 8.8.2. Контур всей несплошности в любом случае отобразится, даже если он выходит за пределы исходной 6-ти дюймовой области (152 мм) сканирования.

8.8.4 Определенным размером несплошности является область, отмеченная границами из следующих друг за другом отметок, исходя из данной процедуры.

ПРИМЕЧАНИЕ 8 — Автоматические записывающие устройства могут использоваться для определения размеров несплошности в том случае, если полученные результаты совпадают с результатами, полученными в процедуре, описанной в п. 8.8.

8.9 После определения размера обнаруженной несплошности, следует вернуть искатель на начальное место остановки и продолжить первоначальное сканирование для завершения контроля.

9. УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА ПРИЕМКИ

9.1 По завершению процедуры исследования, необходимо определить самую длинную отмеченную область, обнаруженной несплошности. А также при наличии технологического чертёжа с изображением детали, которая будет изготовлена из листа, следует сравнить расположение несплошности с размерами на чертеже.

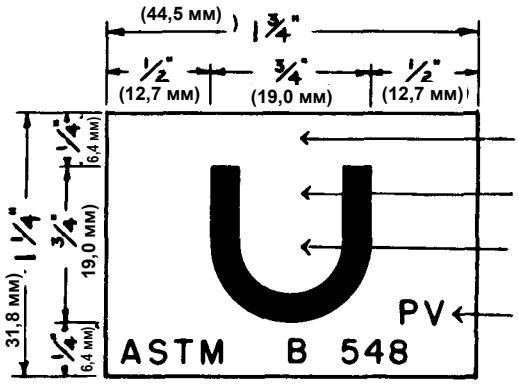
9.2 Если самая обширная отмеченная область несплошности, вызывающей полную потерю обратного отраженного сигнала (95% или более) превышает 1,0 дюйм (25 мм), несплошность считается значительной, и лист подлежит выбраковке.

9.3 Если длина отмеченной области с несплошностью, вызывающей изолированное ультразвуковое показание без полной потери обратного отраженного сигнала (95% или более) превышает 3.0 дюйма (76 мм), несплошность считается значительной, и лист подлежит выбраковке.

9.4 Если каждая из двух отмеченных областей с двумя несплошностями, расположенными рядом ведут к изолированным ультразвуковым показаниям без полной потери обратного отраженного сигнала (95% или более) превышает 1,0 дюйм, и если они расположены ближе чем 3,0 дюйма друг к другу, близость двух несплошностей считается значительной, и лист подлежит выбраковке.

ПРИМЕЧАНИЕ 9 — Образец с диаметром отверстия 1,0 дюйм и 3,0 дюйма является подходящим средством для быстрого определения области несплошности. Если несплошности, описанные в пп. 9.2 и 9.3

РИС. 1 ШТАМП ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДОПУСТИМОЙ ЛИСТОВЫ



Место для торговой марки или названия производителя листов.

Место для данных о специалисте, выполнявшем контроль или внутренний код производителя для исследования.

Место для идентификационной кодовой буквы или номера завода изготовителя листов.

Идентификация сферы применения (сосуд под давлением).

превышают круглую область с диаметром 1,0 или 3,0 дюйма, соответственно, лист с такими несплошностями подлежит браковке. Таким же образом, если любая область двух соседствующих несплошностей превышает по длине 1,0 дюйм в соответствии с п. 9.4 и появляется в районе 3,0-х дюймового отверстия, лист также подлежит браковке.

9.5 Лист с большим количеством несплошностей недопустимого размера подлежит приемке только по согласованию с заказчиком того, что несплошности будут удалены путем механической обработки в процессе последующего производственного процесса.

9.6 При особом согласовании с заказчиком, лист с большими несплошностями может быть принят при условии исправления посредством сварки.

10. ОТЧЕТ

10.1 По требованию заказчика необходимо представить отчет, включающий в себя дату исследования и перечень параметров, включая тип (номер модели) прибора и искателя, метод контроля, частоту, а также контактную среду, используемую для исследования.

10.2 Подготовка чертежа с отображением всех обширных несплошностей в исследуемой листе рекомендуется в том случае, когда окончательное решение о браковке или приемке листа должно определяться при согласовании между изготовителем и покупателем.

10.3 Рекомендуется маркировать листы, пригодную к приемке. Для указания соответствия листа данному стандарту следует использовать клеймо. Рекомендуемое клеймо показано на Рис. 1.

07

СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЭХО-ИМПУЛЬСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЯМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

07 **SE-114**

[Идентично со спецификацией ASTM E 114-95 (R2005)]

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данное руководство охватывает ультразвуковое исследование материалов эхо импульсным методом продольными волнами прямого преобразователя, полученными при помощи прямого контакта искателя с исследуемым материалом.

1.2 Данное руководство должно применяться при разработке процедуры контроля, согласованной пользователями данного документа.

1.3 Стандартными считаются значения в дюймах и фунтах.

1.4 *Данный стандарт не ставит целью рассмотрение всех вопросов безопасности, связанных с его использованием. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих мер техники безопасности и охраны труда, а также за определение применимости нормативных ограничений перед использованием данного стандарта.*

2. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 Стандарты *ASTM:*

E 317 Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Examination Systems Without the Use of Electronic Measurement Instruments (Методика оценки рабочих характеристик систем эхо импульсной дефектоскопии без использования электронных измерительных приборов)

E 543 Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing (Руководство для агентств по неразрушающему контролю)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология неразрушающего контроля)

2.2 *Стандарт Американского общества специалистов по неразрушающему контролю:*

SNT-TC-1A Recommended Practice for Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing (Практические рекомендации по аттестации и сертификации специалистов в области неразрушающего контроля)

ANSI/ASNT CP-189 Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel (Стандарт Американского общества специалистов по неразрушающему контролю по аттестации и сертификации специалистов по неразрушающему контролю)

2.3 *Другие документы:*

NAS-410 NAS Certification & Qualification of Nondestructive Test Personnel (Аттестация и сертификация специалистов по неразрушающему контролю по NAS)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 Для определения терминов, используемых в руководстве, следует использовать терминологию из документа E 1316.

4. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ

4.1 *Соглашения между Покупателем и Поставщиком* — С целью эффективного использования данного руководства согласованию подлежат следующие вопросы:

4.1.1 *Уровень квалификации агентства по неразрушающему контролю*— Согласование необходимо в отношении определения наличия официальной регистрации и достаточной квалификации агентства по неразрушающему контролю в целях выполнения исследования согласно Руководству E 543. Если уровень квалификации соответствует, в качестве основы для исследования следует применять руководство E 543.

4.1.2 *Квалификация персонала* — Персонал по неразрушающему контролю (NDT) должен иметь квалификационный уровень в соответствии с квалификационным руководством или стандартом страны для персонала NDT, таким как ANSI/ASNT-CP-189, SNT-TC-1 A, NAS-410, или подобным документом. Используемые руководство, стандарт и их исправленные версии должны быть указаны в контрактном соглашении сторон.

4.1.3 *Область исследования* — Область исследования должна определяться по согласованию сторон.

4.1.4 *Время исследования* — Время исследования должно определяться по согласованию сторон.

4.1.5 *Анализ критериев* — Следует определить критерии оценки ультразвуковых сигналов и пригодности детали. Критерии необходимо согласовать сторонами.

5. НАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

5.1 Группы электрических импульсов подаются в пьезоэлектрический элемент (в преобразователе), который преобразует эти импульсы в механическую энергию в виде импульсной волны на номинальной частоте. Преобразователь смонтирован в корпусе таким образом, чтобы передавать импульсы в материал через соответствующие поверхности трения и контактную среду. Совокупность преобразователя, корпуса, поверхности трения и электрического соединителя представляет собой искатель.

5.2 Энергия импульсов передается в материал, проходит под прямым углом к контактной поверхности, и отражается обратно на искатель от несплошности или границы раздела, являющихся параллельными или почти параллельными контактной поверхности. Эти отраженные импульсы возвращаются на искатель, где преобразуются из механической энергии в электрическую, и усиливаются при помощи принимающего устройства. Усиленные импульсы (сигналы) обычно отображаются на экране А-типа, такие как полная двухстороння передача импульсной энергии в пределах разрешения системы могут определяться на горизонтальной линии экрана при помощи вертикальных отклонений, соответствующих эхо импульсным амплитудам от каждой границы раздела, включая промежуточные несплошности. При помощи настройки элементов управления протяженностью (диапазона), экран может быть развернут или сжат для получения обозначенного взаимодействия между отображаемыми сигналами и отражающими границами материала, где сигнал формируется. Следовательно, масштабированное расстояние до несплошности и отображаемый сигнал образуют связь. Сравнив амплитуду сигнала от несплошности с показаниями стандартного образца, можно определить как расположение, так и размер несплошности. Несплошности, превышающие по размеру размер звукового луча также можно определить путем обозначения количества перемещений искателя по поверхности исследования, где был получен сигнал от несплошности.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — При определении размеров несплошностей одним из двух способов, определяется только, та область несплошности, которая отражает энергию на искатель.

5.3 Типы информации, получаемой при эхо импульсном исследовании прямым преобразователем следующие:

5.3.1 Предполагаемый размер несплошности (Примечание 2) получают при сравнении амплитуды сигнала от исследуемого образца с амплитудами, полученными от контрольного образца.

5.3.2 Глубину расположения несплошности посредством настройки горизонтальной развертки дисплея А-типа.

5.3.3 Характеристики материала, определяемые относительным затуханием звука или изменением скорости сравниваемых образцов.

5.3.4 Объем соединений (или провар и непровар) между двумя проводящими ультразвук материалами, если позволяет конфигурация и материалы.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Термин "относительный" следует выделить особо, ввиду того, что реальный размер несплошности зависит от направления, состава и конфигурации несплошности и ограничений оборудования.

6. Аппаратура

6.1 Комплект ультразвукового оборудования должен включать в себя:

6.1.1 *Применение* — Ультразвуковое оборудование должно создавать, получать и усиливать высокочастотные электрические импульсы на таких частотах и уровнях энергии, которые требуются для выполнения функционального исследовании, а также для соответствующего считывания показаний.

6.1.2 *Искатели* — Ультразвуковые искатели должны передавать и принимать ультразвуковые волны в материале и уровнях энергии, необходимых для выявления несплошности. Обычно размеры искателей колеблются от *1/8* дюймов (3,2 мм) в диаметре до 1 1/8 дюймов (28,6 мм) в диаметре, при этом в некоторых случаях применяются оба типоразмера. Искатели могут быть оснащены специальными башмаками для конкретного способа применения. Специальные искатели, объединяющие приемник и передатчик в качестве отдельных пьезоэлектрических элементов, могут быть использованы для обеспечения улучшения разрешения в какой-либо степени около исследуемой поверхности.

6.1.3 *Контактная жидкость* — Контактная жидкость, как правило, представляет собой жидкое или полужидкое вещество, которое требуется наносить между поверхностью искателя и исследуемой поверхностью, чтобы обеспечить или улучшить передачу ультразвука от искателя в исследуемый материал. Типичными контактными средами могут быть вода, целлюлозный гель, жидкие и густые смазки. Также можно использовать антикоррозионные добавки или увлажняющие вещества или и то и другое. Следует выбирать только те контактные среды, которые не вредны для изделия или процесса. При настройке необходимо использовать ту же контактную среду, что и для самой процедуры исследования. Во время выполнения контактного ультразвукового исследования, слой контактной жидкости между искателем и исследуемым материалом следует поддерживать таким, чтобы область контакта сохранялась постоянной, как и толщина слоя контактной жидкости. Недостаточное количество контактной жидкости, уменьшающее область эффективного контакта или чрезмерная толщина слоя контактной жидкости уменьшает количество энергии, передаваемое искателем в исследуемый образец. Такие изменения в толщине контактной жидкости, в свою очередь, влияют на чувствительность.

6.1.3.1 Тип контактной жидкости следует выбирать таким образом, чтобы ее вязкость соответствовала квалитету поверхности исследуемого материала. Исследования шероховатых поверхностей обычно требует использования контактной жидкости с высокой вязкостью. Температура поверхности материала может влиять на вязкость контактной жидкости. В качестве примера, применение жидких и густых смазок см. в Таблице 1.

6.1.3.2 При повышенных температурах, обусловленных условиями эксплуатации, следует использовать жаропрочные контактные материалы, такие как силиконовые масла, гели или смазки. В дальнейшем может быть необходим прерывистый контакт искателя с поверхностью или дополнительное охлаждение искателя, во избежание температурных изменений, влияющих на ультразвуковые колебательные характеристики искателя. При высоких температурах могут потребоваться определенные контактные среды на основе минеральных солей или термопластических органических материалов, а также жаропрочные искатели.

ТАБЛИЦА 1
ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ВЯЗКОСТЬ – МАСЛЯНЫЕ КОНТАКТНЫЕ СРЕДЫ

Приблизительный квалитет поверхности Средний (Ra), мкдюймов (мкм)	Эквивалентная вязкость контактной среды, Вес машинного масла
5-100 (0,1-2,5)	10 по SAE
50-200 (1,3-5,1)	20 по SAE
100-400 (2,5-10,2)	30 по SAE
250-700 (6,4-17,8)	40 по SAE
Более 700 (18-)	солидол

Примечание — Таблица приведена лишь в ознакомительных целях и не означает, что применение другой контактной среды, подходящей к использованию на конкретном типе поверхности, невозможно.

6.1.3.3 В тех случаях, когда требуется постоянный контакт на большой площади, как например, при автоматическом контроле или при значительной разнице в шероховатости поверхности, лучших результатов исследования можно добиться с применением других контактных сред, таких как жидкость, заполняющая зазоры. В этом случае, искатель не вступает в контакт с исследуемой поверхностью и отделен от нее зазором примерно в 0,2 дюйма (0,5 мм), который заполнен контактной средой. Жидкость между искателем и поверхностью заполняет зазор. Если исследуемая поверхность горячая, то жидкость также обеспечивает непрерывный контакт и дополнительное охлаждение искателя.

6.1.3.4 Альтернативными средствами контроля прямым контактом являются катящиеся искатели. Искатель устанавливают под необходимым углом к неподвижной оси, вокруг которой вращается подвижный, наполненный жидкостью баллон. Минимальное количество контактной жидкости обеспечивает проникновение ультразвука в исследуемую поверхность в то время, как эластичный материал баллона состоит в роликовом контакте и плотно прилегает к поверхности.

6.1.4 *Контрольные образцы* – Само по себе изделие может являться удовлетворительным образцом при использовании высоты отраженного импульса задней стенки для ссылки. Для получения большего объема количественной информации, искусственные отражатели (несплошности) или графики, отображающие соотношения амплитуда-расстояние для известного размера отражателя для конкретного типа искателя и материала могут использоваться для калибровки. Такие искусственные отражатели могут представлять собой плоскодонные отверстия, боковые просверленные отверстия или пазы. Другим вариантом изготовления контрольного образца является создание известных несплошностей в процессе производства изделия или других подходящих форм. Качество обработки поверхности контрольного образца должно соответствовать квалитету поверхности изделия (или исправленной поверхности; см. п. 7.3). Материал контрольного образца и материал изделия должны быть акустически идентичны (по скорости распространения волны и затуханию). Выбранный контрольный образец должен использоваться оператором в качестве базы для сравнения сигналов.

7. КАЛИБРОВКА ПРИБОРА

7.1 Если необходимо получить количественные данные, вертикальную и горизонтальную линейность прибора следует настраивать в соответствии с Руководством E 317 ил другой процедурой, одобренной пользователями данного документа. Допустимое линейное изображение также может быть согласовано пользователями документа.

7.2 Перед исследованием необходимо настроить систему в соответствии со спецификацией на изделие.

7.3 Если квалитеты поверхности исследуемого материала и контрольного образца не совпадают или в случае разница акустических показаний между образцом и изделием, для компенсации этой разницы следует произвести корректировку затухания. Корректировка затухания выполняется посредством определения разницы между сигналами, полученными от одного и того же отражателя (то есть, обратное отражение) в основном настроечном (ссылочном) образце и исследуемом материале, а также корректировкой данной разницы.

7.4 Следует отметить, что эффекты в ближнем поле могут вызвать несоответствие чувствительности при поиске несплошности, меньше, чем полезный диаметр луча. Можно применять подходящие искатели с линией задержки или другие средства, такие как исследование, с обеих сторон изделия, в том случае если их применение обеспечит надлежащее исследование. При выполнении исследования в отделенных областях, рекомендуется применять компенсацию акустического затухания исследуемого материала, соотнося ее с контрольным образцом. Такая компенсация может быть выполнена электронным методом при помощи неподвижных отражателей на различной глубине, с отображением кривых затухания на экране прибора A-типа или графиков соотношения расстояние-амплитуда, полученных от известных отражателей. Для оптимального выполнения исследования, компенсацию следует проводить как для ближнего, так и для отдаленного звукового поля.

7.5 Если не указано иное, первоначальный импульс и, по крайней мере, одно обратное отражение должно отобразиться на экране A-типа в процессе исследования на предмет несплошностей в материалах с параллельными поверхностями. Общее количество обратных отражений зависит от оборудования, конфигурации и типа материала, желаемой информации или предпочтения специалиста. Уменьшение объема обратного отражения во время сканирования обозначает увеличение затухания или рассеяния звука из-за несплошности при условии, что шероховатость лицевой и задней поверхностей и их параллельности изделия примерно совпадают с контрольным образцом. Для непараллельных поверхностей, временная развертка экрана должна настраиваться посредством образцов с максимальной толщиной исследуемого изделия.

7.6 При исследовании сварных/несварных соединений (провар/непровар), следует использовать контрольный образец, идентичный изделию, содержащему области с отображением сварных (проваренных) и несварных (непровар) характеристик, если позволяет материал и конфигурация.

7.7 Калибровку по контрольным образцам следует время от времени проверять для подтверждения того, что калибровка ультразвуковой системы не изменилась. Как минимум, калибровку прибора следует проверять каждый раз при смене оператора, использующего прибор, искателя, при установке новых батарей, при замене источника питания прибора или в случае ненадлежащей работы.

8. ПРОЦЕДУРА

8.1 Если ультразвуковые исследования проводятся для определения местоположения или размера несплошности или и того, и другого, отражатели, непараллельные ультразвуковому пучку, могут быть обнаружены на уменьшенных амплитудах, благодаря искаженным показаниями, в зависимости от области отражения, если она прямая или искривленная, гладкая или шероховатая, и возможно с отражающими поверхностями. Характеристики отражающей поверхности также могут привести к ускоренным изменениям в кажущейся глубине, по мере того, как искатель приближается или отодвигается от показаний нижней амплитуды. Другой эффект от таких отражателей выражается в потере обратного отражения, возникающего в том случае, если несплошность располагается непосредственно между искателем и задней поверхностью. Размер обнаруженных отражателей, благодаря вышеупомянутым признакам невозможно определить исключительно по сигналу амплитуды, также требуется дополнительная настройка искателя и характеристика дефекта.

8.2 *Поверхность исследования* — Поверхности должны быть очищены от окалины и краски, несплошностей, таких как раковины или канавки, брызг металла, грязи или других факторов, влияющих на результаты исследования. Старую краску, окалину или покрытия необязательно удалять для проведения исследования, если они дают идентичные характеристики затухания. Также исследуемая поверхность должна позволять ультразвуковое исследование на четко определенной чувствительности. Если необходимо, поверхности можно подготовить для исследования посредством полировки, шлифовки, шабровки или чистки металлической щеткой или другим способом. Можно подвергать исследованию искривлённые поверхности, выпуклые или вогнутые; однако, метод настройки должен учитывать изменения зоны действия искателя, между контрольным образцом и изделием. Если возможно, желательно, чтобы контрольный образец имел такую же конфигурацию, что и исследуемый образец.

8.3 *Искатель* — После установки акустических характеристик исследуемого материала, конфигурации изделия и минимального размера и типа несплошности, которую необходимо обнаружить, следует выбрать подходящий искатель и установить частоту. Чем выше частота, тем выше разрешающая способность и уровень проникания; и наоборот, чем ниже используемая частота, тем выше проницаемость и уровень разрешающей способности. Факторами, ограничивающими использование больших частот, являются оборудование и свойства материала. Ограниченное использование низких частот выражается в потере уровня чувствительности исследования. Различные типы нормальных искателей дают преимущества при особых случаях использования. Все вышеперечисленное следует принимать во внимание при выборе размера, типа и частоты искателя. При использовании материалов с задержкой в искателе, температура настроечной и исследуемой поверхностей должна находиться в пределах 25 °F (14°C) во избежание большого затухания и разницы скоростей.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Искатели с наибольшим диаметром и частотой, отображающие желаемые результаты следует использовать для максимального разрешения и хорошей направленности луча.

8.4 *Сканирование* — Сканирование может быть прерывистым или беспрерывным, в зависимости от конфигурации, способа применения и требований к исследуемой детали. Для непрерывного сканирования, искатель должен обеспечивать 100% область охвата, при одинаковой чувствительности исследования контролируемой области. Частоту импульсов и скорость сканирования следует настроить таким образом, чтобы обеспечить определение местонахождения мельчайших несплошностей, указанных в спецификации, а также функционирование записывающего или сигнального устройства.

8.4.1 *Ручное сканирование* — Необходимо удерживать искатель и перемещать его по поверхности исследуемого изделия.

8.4.2 *Автоматическое сканирование* — Искатель удерживается соответствующим фиксирующим устройством и перемещается либо исследуемое изделие, либо искатель в заранее определенном направлении. Для автоматического сканирования необходимо отслеживать соединение искателя и детали либо электронным, либо визуальным методом, для поддержания заданной чувствительности исследования.

8.5 Во время оценки показаний, следует поддерживать одинаковую относительную чувствительность между контрольным образцом и изделием. Оценку ультразвуковых исследований следует производить после того, как ответные сигналы от несплошностей достигнуть максимального предела, благодаря перемещению искателя. Границы несплошности обширнее звукового луча следует нанести на график. Рекомендованным методом регистрирования на поверхности изделия истинного размера (то есть, отражающая поверхность, видимая искателю) несплошностей, превышающих размеры искателя, является метод неполной амплитуды. Следует расположить искатель на область несплошности для получения максимального отраженного сигнала и перемещать в одном направлении пока сигнал не резко не выйдет за границы основной линии на экране А-типа. Затем следует вернуть искатель на то место, где была отмечена половина сигнала на амплитуде, которая имелась до того момента, как показание не пересекло основную линию. В данной точке центр искателя должен примерно совпадать с краем несплошности. Данную процедуру следует повторить и в других направлениях, если необходимо для определения контура несплошности на поверхности. Искатели с другими размерами и частотами также могут применяться для данной процедуры для получения наибольшей точности показаний. Особое внимание следует обратить на те несплошности, когда амплитуда сигнала спадает до половины максимальной амплитуды или ниже, и остается на нижнем уровне за границей увеличенного расстояния (например, более половины диаметра искателя).

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Для круглых поверхностей при использовании данного метода следует учитывать конфигурацию.

9. РЕГИСТРАЦИЯ ДАННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯ

9.1 Следующие данные должны регистрироваться для дальнейших ссылок при каждом последующем исследованиях:

9.1.1 Идентификационный номер детали,

9.1.2 Квалификационный уровень специалиста и его имя (если указано),

9.1.3 Описание прибора, марка, модель и серийный номер,

9.1.4 Настройка — Контактная среда, тип и длина кабеля, ручное/автоматическое сканирование,

9.1.5 Описание искателя — Тип, размер, частота, особый корпус,

9.1.6 Контрольные образцы (и данные по калибровке, требуемые при повторном исследовании).

9.1.7 Информация о показаниях, как указано в применяемой спецификации или результаты исследования (номер, классификацию и расположение несплошностей). Для исследования проникновения (неполного проникновения) сварных соединений (провар/непровар) также необходимо регистрировать область распространения областей непровара или полного провара.

10. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

10.1 Пользователями данного документа должна быть достигнута предварительная договоренность по соответствующим условиям обработки результатов исследования и методу их регистрации. Все несплошности, дающие сигналы, превышающие уровень выбраковки, как указано в спецификации на материал, чертеже или заказе на поставку, должны рассматриваться как недопустимые, если в чертеже не указано, что недопустимые несплошности не будут присутствовать в окончательном изделии.

11. ОТЧЕТ

11.1 Отчет должен включать в себя информацию, согласованную пользователями данного документа.

12. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

12.1 контакт; исследование; неразрушающий контроль; эхо импульсный; прямой луч; ультразвуковой

СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ

07

SE-213

(Идентично с ASTM E 213-04)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данное руководство охватывает процедуру определения местоположения несплошностей в металлических трубах в процессе объемного исследования с использованием ультразвуковых методов. Конкретными методиками ультразвукового метода, к которым применяется данное руководство, являются методики отраженных импульсов, как контактные, так и неконтактные (например, как описано в Руководстве E 1774), а также иммерсионные методики исследования наклонным преобразователем. Искусственные отражатели, представляющие собой продольные и, если указано использующей стороной или сторонами, поперечные контрольные канавки, расположенные на поверхностях контрольного образца, должны применяться в качестве основных средств калибровки ультразвуковой системы.

1.2 Данное руководство предназначено для контроля труб с наружным диаметром приблизительно $^1/_2$ дюйма. [12,7 мм] и более, при условии, что параметры исследования должны удовлетворять требованиям Раздела 12. Эти процедуры успешно применяются и на меньших размерах. Это может быть согласовано в контрактном соглашении между участвующими сторонами. Эти процедуры предназначены для гарантии обеспечения полного охвата объема трубы, даже с малым отношением наружного диаметра к толщине стенки, преобразователями с соответствующим углом наклона и формой луча, а также во избежание ложных ответных сигналов при исследовании тонкостенных труб малого диаметра.

1.3 Процедура, описанная в Приложении A1 применяется к трубам, используемым в атомной энергетике, а также в других областях. Процедура, описанная в Приложении A2 может использоваться для определения шага спиральной развертки.

1.4 Данное руководство не устанавливает критерии приемки; они должны быть указаны использующей стороной или сторонами.

1.5 Значения в футах и дюймах считаются стандартными. Международные единицы приводятся в скобках и могут быть приблизительными.

1.6 *Данный стандарт не ставит целью рассмотрение всех вопросов безопасности, связанных с его использованием. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих мер техники безопасности и охраны труда, а также за определение применимости нормативных ограничений перед использованием данного стандарта.*

2. ССЫЛОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 543 Руководство для агентств по неразрушающему контролю

E 1065 Руководство по оценке характеристик ультразвуковых искателей

E 1316 Терминология неразрушающего контроля

E 1774 Руководство по использованию электромагнитных акустических преобразователей (EMAT)

E 1816 Руководство по методам ультразвукового исследования с применением электромагнитных акустических преобразователей (EMAT)

2.2 *Документы Американского общества специалистов по неразрушающему контролю:*

Практические рекомендации SNT-TC-1A по аттестации и сертификации специалистов по неразрушающему контролю

ANSI/ASNT CP-189 Стандарт Американского общества специалистов по неразрушающему контролю по аттестации и сертификации специалистов по неразрушающему контролю

2.3 *Военные стандарты:*

MIL-STD-410 Аттестация и сертификация специалистов по неразрушающему контролю

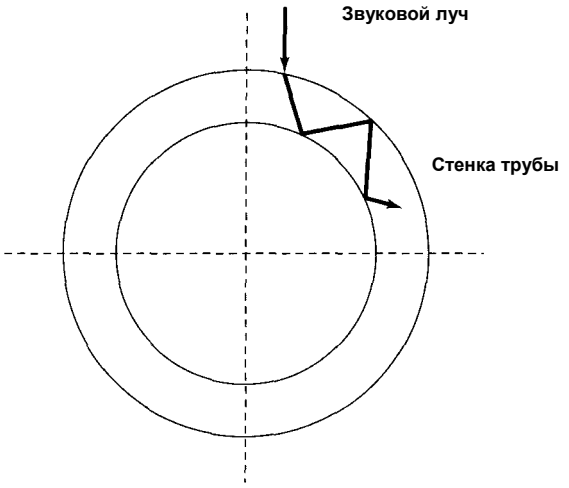
2.4 *Документ Ассоциации космической промышленности*

NAS 410 Аттестация и сертификация специалистов по неразрушающему контролю

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определения* —определения для терминов, использованных в данной методике см. в документе E 1316.

РИС. 1 ПЕРИФЕРИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА В СТЕНКЕ ТРУБЫ



4. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ МЕТОДИКИ

4.1 Следует использовать импульсный ультразвуковой луч при неконтактном, контактном или иммерсионном методе контроля. На Рисунке 1 показан типовой путь ультразвукового луча в стенке трубы в периферическом направлении для определения местоположения продольных несплошностей при использовании одного искателя. На Рисунке 2 показаны характерный путь ультразвукового луча в стенке трубы в осевом направлении для определения местоположения поперечных несплошностей при использовании одного искателя.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Для контроля иммерсионным методом следует использовать сосуды, катящиеся искатели или системы с потоком или столбиком жидкости для передачи ультразвуковой энергии от искателя к материалу.

4.2 Чтобы гарантировать выявление несплошностей, которые могут не дать надлежащего ответного сигнала от одной поверхности, сканирование следует выполнять в обоих периферических направлениях для выявления продольных несплошностей, а, если сторонами назначено осевое сканирование, для определения местоположения поперечных несплошностей сканирование следует производить в обоих осевых направлениях.

4.3 Для эффективного исследования большого количества материала, можно одновременно использовать несколько искателей и КИП для выполнения сканирования в требуемых направлениях. Несколько искателей также могут использоваться для "пересекающегося" сканирования в каждом требуемом направлении для обеспечения более высокой скорости сканирования, чего можно достигнуть посредством более высокого применяемого индекса сканирования или "шага."

5. НАЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

5.1 Целью данного руководства является описание процедуры обнаружения и определения местоположения значительных несплошностей, таких как раковины, пустоты, включения, трещины, расслоения и т.д. посредством ультразвукового эхо импульсного метода.

6. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ

6.1 Следующие моменты должны быть согласованы использующими сторонами.

6.1.1 Типоразмер исследуемой трубы,

6.1.2 Необходимость дополнительного сканирования на предмет поперечных несплошностей.

6.1.3 Параметры, влияющие на область охвата, такие как зона перекрытия, плотность импульсов и максимальный размер искателя.

6.1.4 Этап(ы) процесса производства, на которых нужно проводить контроль изделия,

6.1.5 Состояние поверхности,

6.1.6 Максимальный промежуток времени между проверками калибровки оборудования, отличающийся от указанного в п. 13.2, а также от допуска, при проверке калибровки.

6.1.7 Тип, размеры, расположение, способ изготовления, а также количество искусственных отражателей, которые необходимо разместить на контрольном образце,

6.1.8 Метод(ы) по определению размеров искусственных отражателей и границ допуска, если они отличаются от описанных в п. 11,

РИС. 2 ОСЕВОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА В СТЕНКЕ ТРУБЫ

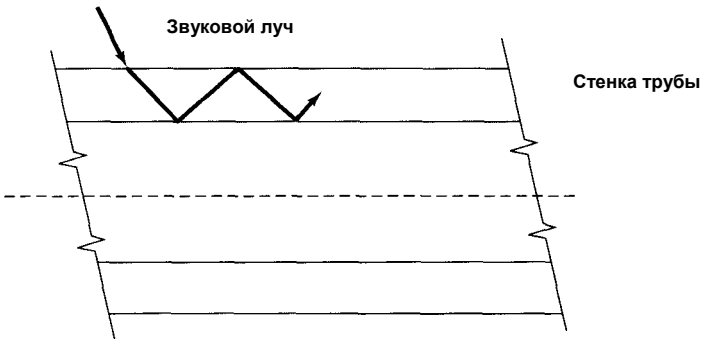
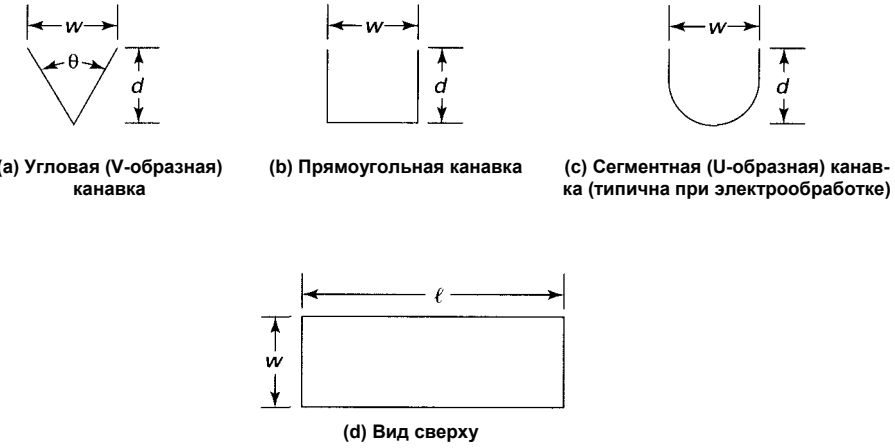


РИС. 3 ТИПОВЫЕ ФОРМЫ КАНАВОК



(a) Угловая (V-образная) канавка

(b) Прямоугольная канавка

(c) Сегментная (U-образная) канавка (типична при электрообработке)

(d) Вид сверху

6.1.9 Критерии регистрируемых и непригодных показаний (критерии приемки),

6.1.10 Повторная проверка ремонтируемых/обработанных изделий, если требуется или разрешается, должна быть оговорена в контрактном соглашении.

6.1.11 Требования по постоянной регистрации ответного сигнала каждой трубы, если применяется,

6.1.12 Содержание отчета об исследовании,

6.1.13 Квалификационные испытания и сертификация персонала, если требуется,

6.1.14 Квалификационное испытание агентств по неразрушающему контролю. Если указано в контрактном соглашении, агентство по неразрушающему контролю (NDT) должно пройти квалификационные испытания и оценку, как описано в Руководстве E 543. Применимое издание Руководства E 543 должно быть указано в контрактном соглашении.

6.1.15 Уровень квалификации персонала (см. п. 7.1).

7. КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

7.1 Если указано в контрактном соглашении, персонал, выполняющий исследования согласно данному стандарту, должен пройти квалификационные испытания в соответствии с признанным в стане практическим руководством или стандартом на квалификационные испытания персонала, выполняющего неразрушающий контроль (NDT), таким, как ANSI/ ASNT-CP-189, SNT-TC-1A, MIL STD-410, NAS-410, или подобным документом, а также получить сертификацию от нанимателя или агентства, выбрать нужное. Руководство или используемый стандарт и его применяемая версия, должны определяться в контрактном соглашении между использующими сторонами.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Стандарт MIL STD-410 сейчас отменен и заменен стандартом NAS-410; однако, он может быть использован по соглашению сторон-участниц.

8. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТИ

8.1 Все поверхности должны быть очищены от окалины, грязи, старой смазки, краски или других посторонних материалов, которые могут повлиять на обработку результатов исследования. Методы, применяемые для очистки и подготовки поверхности для ультразвукового исследования, не должны вредить основному металлу или квалитету поверхности. Чрезмерная шероховатость поверхности или царапины могут вызвать сигналы, мешающие процессу исследования.

9. АППАРАТУРА

9.1 Приборы должны быть эхо импульсного типа и должны иметь возможность определения местоположения калибровочных канавок, описанных в Разделе 11 в объеме, требуемом при калибровке, описанной в Разделе 12. Независимый канал (или каналы) измерительных приборов следует использовать для индивидуального отслеживания ответных сигналов от продольных и, если требуется поперечных искателей. Частота импульсов прибора следует настраивать до достаточно высокого значения для обеспечения определения местоположения канавок на применяемой скорости сканирования. Прибор должен иметь допускать такую частоту импульсов без появления ложных показаний из-за паразитных сигналов или помех от других приборов и искателей, используемых для одновременных исследований в других направлениях или траекториях сканирования.

9.1.1 Частоту и диапазон рабочих частот прибора и искателя следует выбирать таким образом, чтобы получать удовлетворительное соотношение сигнал/шум для выявления необходимых канавок, по сравнению с фоновыми помехами от неоднородностей, таких как границы кристаллов и шероховатость поверхности.

9.2 Частоту искателя следует выбирать таким образом, чтобы получить желаемое отношение сигнал/шум (S/N) от исследуемого материала при указанной чувствительности. Значение S/N равное, как минимум 3 к 1, обычно считается минимальным. Значение выше минимального считается наиболее приемлемым и может быть установлено агентством-подрядчиком.

9.2.1 Следует выбирать размер, частоту и угол преломления (или соответствующие параметры для неконтактных методов контроля) так, чтобы получить сдвиговую волну в центре пучка под углом 45° в стенке трубы. Для материала с отношением наружного диаметра к толщине менее 7, следует использовать меньший угол преломления (или соответствующие параметры для неконтактных методов контроля) для обеспечения пересечения с внутренней поверхностью. Однако это не обеспечит выявления несплошностей, место расположение которых в середине толщины стенки.

9.3 Положение всех конвейерных и приводных механизмов, должно обеспечивать удержание и бесперебойную подачу исследуемого материала с требуемым "шагом" (спирали) сканирования. Для труб малого диаметра во время исследования следует использовать специальные опорные механизмы, которые предотвращают поперечное смещение трубы относительно искателя в процессе сканирования. Если исследованию подвергается большой объем материала с неровной поверхностью, следует применять механизм "сопровождения" совместно с искателем для компенсации неровности поверхности.

10. КОНТАКТНАЯ СРЕДА

10.1 Для искателей с пьезоэлектрическим элементом (неконтактные методики контроля не требуют применения контактной жидкости), следует использовать такие контактные жидкости как вода, масло или глицерин, способные передавать ультразвуковые вибрации от искателя к исследуемой трубе. В контактную среду могут быть добавлены ингибитор коррозии, умягчители и смачивающее вещество. Контактная среда с добавками не должна отрицательно сказываться на поверхности трубы и должна смачивать поверхность материала для обеспечения удовлетворительного акустического контакта. Во избежание появления паразитных сигналов или потери чувствительности или и того, и другого, следует избегать попадания пузырьков воздуха в контактную среду.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: При контактном методе контроля для получения лучшей передачи ультразвука иногда бывает полезным нанести слой контактной среды несколькими часами до исследования.

11. КОНТРОЛЬНЫЕ ОБРАЗЦЫ

11.1 Контрольный образец соответствующей длины следует изготовить из отрезка трубы с таким же диаметром, толщиной стенки, материала, квалитетом поверхности и акустическими характеристиками, как и у исследуемого материала. Контрольный отрезок трубы не должен содержать несплошности или другие дефекты, порождающие показания, препятствующие выявлению контрольных канавок.

11.2 Продольные и, если требуется агентством-подрядчиком, поперечные контрольные канавки должны быть расположены на наружной и внутренней поверхностях контрольного образца для обеспечения удовлетворительной чувствительности исследования вблизи таких границ.

11.3 Контрольные канавки должны быть размещены на достаточном расстоянии (по окружности, оси или в обоих направлениях) для предотвращения помех и неверного анализа результатов.

11.4 Следует удалить весь высаженный металл, заусенцы и т.д., расположенные по соседству с канавками.

11.5 Размеры канавок, их длину, глубину и ширину (а для V-образных канавок угол) должны определяться использующими сторонами. На Рисунке 3 показаны типовые конфигурации канавок и размеры, которые необходимо замерить (Примечание 4). Амплитуды сигналов, отраженных от V-образных, прямоугольных и U-образных канавок с аналогичными размерами могут значительно отличаться в зависимости от угла, частоты и режима вибрации зондирующего звукового луча.

ПРИМЕЧАНИЕ 4: На Рис. 3(а), (б), и (г), острые углы приведены для упрощения отображения. Понятно, что при обычной механической обработке будет создан соответствующий радиус.

11.5.1 Глубина канавок измеряется на поверхности трубы, берется среднее значение максимального и минимального заглубления канавки. Измерения могут производиться при помощи оптического метода, метода реплик или другим одобренным методом. Если иное не определено использующими сторонами, глубина канавки должна находиться в пределах ±0,0005 дюйма [0,013 мм] от номинального размера для канавок глубиной 0,005 дюймов [0,13 мм] или менее, и в пределах + 10, 15% от номинального значения для канавок глубиной более 0,005 дюйма. По выбору агентства-подрядчика для более точного исследования могут быть использованы канавки с меньшей глубиной.

ПРИМЕЧАНИЕ 5: Для труб сразу после прокатки или с окалиной, может потребоваться внесение изменения (п. 11.5.1). Два применяемых изменения приведены ниже. Предпочтительным является изменение *(а)*; однако, изменение*(б)* может применяться, если не указано иное.

(а) Круглая поверхность трубы может быть сглажена или подготовлена в области канавки или

(б) Глубина канавки должна находиться в пределах ±0,001 дюйма [0,025 мм], или + 10, 15% от номинальной глубины, в зависимости от того, что больше.

11.5.2 Когда допуски на канавки указаны сторонами-участницами, часто допуски могут выражаться в отрицательных значениях с допустимым нулевым положительным отклонением, таким образом, чтобы чувствительность не опускалась ниже минимального указанного значения. Допустимо использование агентством, проводящим исследование, канавок меньшего размера, при условии согласования с агентством-подрядчиком.

ПРИМЕЧАНИЕ 6: Амплитуда показаний, полученных от контрольных канавок, может не быть прямо пропорциональной глубине канавки. Она зависит от ширины луча, пересекающего длину канавки.

11.5.3 Ширина канавок должна быть мала, насколько это возможно, но не должна превышать двух глубин.

11.6 Другие типы и ориентации контрольных отражателей могут быть указаны использующими сторонами (стороной).

12. КАЛИБРОВКА ПРИБОРА

12.1 *Статическая настройка* — Следует настраивать прибор до получения четко определимых показаний от канавок на внешней и внутренней поверхностях с использованием контрольного образца, указанного в Разделе 11. Ответные сигналы от канавок на наружной и внутренней поверхностях должны быть идентичными, насколько это возможно. Для определения уровня браковки следует выбрать меньший из двух полученных ответных сигналов. На трубах большого диаметра с большой толщиной стенок, если амплитуда от канавок на внешней и внутренней поверхностях не может быть одинаковой из-за пути луча в материале и изогнутости внутреннего диаметра, может быть установлен отдельный уровень выбраковки для канавок на внешней и внутренней поверхностях.

ПРИМЕЧАНИЕ 7: *Корректировка амплитуда-расстояние* — Может использоваться метод компенсации ослабления амплитуды ультразвукового сигнала как функции от пути луча в материале. Подробности процедуры, используемой для определения и применения корректировки кривой расстояние-амплитуда (DAC) должны быть согласованы использующей стороной (сторонами).

12.2 *Динамическая калибровка* — Прибор следует калибровать при динамических условиях, сходных с выполнением исследования. Исследуемая труба и узел искателя должны совершать вращательно-поступательные движения относительно друг друга так, что прохождение спиральной развертки будет отражаться на внешней поверхности трубы. Следует выдерживать скорость вращения и параллельного перемещения постоянной в пределах ± 10%. Осевое сканирование с периферической индексацией может применяться для обеспечения одинакового охвата.

12.3 Шаг спиральной развертки должен быть достаточно мал, чтобы обеспечить, как минимум, 100% охват при расстоянии сканирования и установленной чувствительности в процессе настройки. Область охвата должна основываться на максимальном эффективном размере искателя, плотности импульсов для каждого канала прибора и развертки.

13. ТЕХНОЛОГИЯ

13.1 Исследование трубы следует проводить посредством ультразвука, передаваемого в обоих периферических направлениях для продольных несплошностей и, если указано в обоих осевых направлениях для поперечных несплошностей, при одинаковых условиях настройки прибора (см .Прим. 8).

ПРИМЕЧАНИЕ 8: Одинаковые условия подразумевают все настройки прибора, механические движения, положение и настройка искателя относительно трубы, контактная среда и любые другие факторы, влияющие на выполнение исследования.

ПРИМЕЧАНИЕ 9: Если для продольных и поперечных канавок существуют требования, то существуют следующие опции:

(а) Каждую трубу необходимо проконтролировать одноканальным прибором четыре раза, дважды в каждом направлении,
(б) Каждую трубу необходимо проконтролировать двухканальным прибором один раз в каждом направлении или
(в) Каждую трубу необходимо проконтролировать четырехканальным прибором один раз.

13.2 *Проверка калибровки* — Следует периодически проверять динамическую калибровку прибора при помощи контрольного образца посредством системы исследования в соответствии с п. 12.2. Эту проверку необходимо выполнять всякий раз перед исследованием, перед отключением оборудования после исследования и по крайней мере каждые четыре часа в процессе непрерывного исследования. Повторную калибровку следует производить в соответствии с пп.12.1 и 12.2 всякий раз, когда прибор не отображает амплитуду сигнала или при других условиях для выбраковки в пределах допусков, согласованных агентством-подрядчиком. В случае если оборудование не отвечает данному требованию, следует произвести повторное исследование всех труб, проверенных с момента последней успешной калибровки до повторной калибровки.

13.2.1 Также можно указать, если требуется заказчиком, более конкретные критерии повторной калибровки.

13.3 Во многих случаях при исследовании труб разных размеров и различных способах контроля от лицевой поверхности трубы будет получено обратное отражение. Данный сигнал можно наблюдать, но не регулировать, используя его в качестве добавочного к требуемой проверке контрольного образца, для обеспечения большей уверенности в том, что оборудование функционирует должным образом. Если подобного сигнала не возникает, следует производить более частые проверки калибровки прибора.

13.4 Не следует производить какую-либо настройку прибора в процессе исследования, если после такой настройки не выполняется процедура полной калибровки, описанная в Разделе 12.

13.5 Исследованию подлежит 100% трубы, если не указано иное.

ПРИМЕЧАНИЕ 10: Иногда некоторые транспортировочные механизмы не позволяют производить контроль трубы или концов трубы. При наличии данного условия, необходимо четко указать область распространения этого явления по трубе в отчете.

14. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

14.1 Все показания, равные или превышающие уровень выбраковки, определенные во время калибровки, описанной в Разделе 12, с использованием ссылочных показаний, описанных в п. 11.5, следует считать дефектами, ведущими к браковке трубы. Однако стороны-участницы могут указать особые критерии приемки.

14.2 Если при дальнейшем исследовании дефекты не обнаружены, материал следует считать прошедшим ультразвуковое исследование, за исключением случаев, упомянутых в п. 13.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 11: Забракованные трубы могут быть переделаны по согласованию с заказчиком. Если во время повторного ультразвукового исследования переделанной трубы, дефекты не были обнаружены, материал следует считать прошедшим ультразвуковое исследование.

ПРИМЕЧАНИЕ 12: Следует обратить внимание, что переделка трубы не влияет на ее пригодность по другим требованиям спецификации на материал, таким как толщина стенки, овальность, шероховатость поверхности, длина и т.п.

15. ДОКУМЕНТАЦИЯ

15.1 Если требуется представить отчет, он должен содержать информацию, совместно признанную достаточной, чтобы документально подтвердить, что исследование трубы отвечает требованиям данного руководства, и любым изменениям, указанным в контрактном соглашении.

15.2 Если требуется исследование «третьей стороны», которое может выполняться независимым экспертом, в объеме, оговоренном контрактным соглашением, должна вестись постоянная регистрация объективных свидетельств результатов исследования, полученных в результате контроля трубы. Она может быть представлена в виде линейной диаграммы или компьютерных данных, полученных от ультразвукового прибора во время исследования. Она должна содержать протоколы всех калибровок и проверках калибровки, а также быть снабжена примечаниями для обеспечения положительной корреляции между данными исследования для каждой бракованной трубы и каждой соответствующей трубы. Поставщик должен представить отчет об исследовании в файле. Отчет об исследовании должен быть предоставлен заказчику по его требованию. Как минимум, отчет должен содержать следующую информацию:

15.2.1 Обозначение типа материала, размеры, партию, термообработку и другую существенную информацию.

15.2.2 Обозначение оборудования и комплектующих, применяемых при контроле.

15.2.3 Подробности методики исследования, включая скорость исследования, частоту и конечные эффекты, если есть.

15.2.4 Описание контрольного образца, включая фактические (измеренные) размеры искусственных отражателей.

15.2.5 Описание процедуры коррекции расстояние-амплитуда, если применяется.

15.2.6 Результаты исследования.

16. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

16.1 угловой луч; неразрушающий контроль; труба; трубка; ультразвуковое исследование

ПРИЛОЖЕНИЯ

(обязательная информация)

A1. ИССЛЕДОВАНИЕ ТРУБ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ И ДЛЯ УСЛОВИЙ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ

A1.1 Введение. Если конечное использование трубы главным образом зависит от отсутствия несплошностей в определенном максимальном объеме, следует произвести дополнительные ультразвуковые исследования, требующиеся для подтверждения того, что выполнены необходимые требования стандартов качества. Для исследования подобных труб практически всегда необходим иммерсионный метод. В отдельных случаях, таких как проверка, в условиях эксплуатации, или когда контакт изделия с водой нежелателен, можно использовать контактный или бесконтактный методы, описанные в Руководстве E 1774.

A1.1.1 Данное руководство предназначено для использованию на трубных изделиях с любым диаметром и толщиной стенок, при условии соблюдения процедур, описанных в данном документе. Данные процедуры предназначены для подтверждения использования соответствующих углов преломления и формы луча для полного охвата труб, включая трубы с малым отношением наружного диаметра к толщине стенки, а также во избежание паразитных ответных сигналов при контроле тонкостенных труб малого диаметра.

A1.2 Краткое изложение руководства. Следует использовать импульсные ультразвуковые наклонные преобразователи в контактном или иммерсионном методе. На Рисунке A 1.l показан типовой вход углового ультразвукового пучка в стенку трубы в периферическом направлении для обнаружения местоположения продольных дефектов и в осевом направлении для обнаружения поперечных дефектов, если требуется. В данных случаях преломленные или случайные показания отображаются как полученные от иммерсионного искателя с цилиндрическим фокусом. В трубах с диаметром, в несколько раз превышающим длину контактного искателя, формы основного луча примерно такие же.

A 1.3 Дополнительные требования к прибору

A1.3.1 Хотя контактные искатели могут использоваться для небольшого объема контроля и проверки труб в условиях эксплуатации, цилиндрические (линейные) иммерсионные искатели предпочтительнее использовать для особо важной проверки и при больших объемах контроля. Размер искателя и длина сфокусированного луча должны подходить для надежного обнаружения дефектов, равных по размеру калибровочным канавкам при используемом шаге сканирования. Если требуется исследование толстостенных труб, фокусное расстояние, угол преломления и угол луча искателя должны соответствовать полному покрытию при прохождении сквозь стенку трубы.

A1.3.2 Длина луча искателя в стенке материала должна быть длиннее или короче длины продольных канавок контрольного образца, на величину не менее "шага" (линейное перемещение за одни оборот) спиральной развертки (см. A2.1). Это необходимо для обнаружения несплошностей, равных канавкам по длине, несмотря на их случайное расположение относительно пути сканирования (см. Приложение A2).

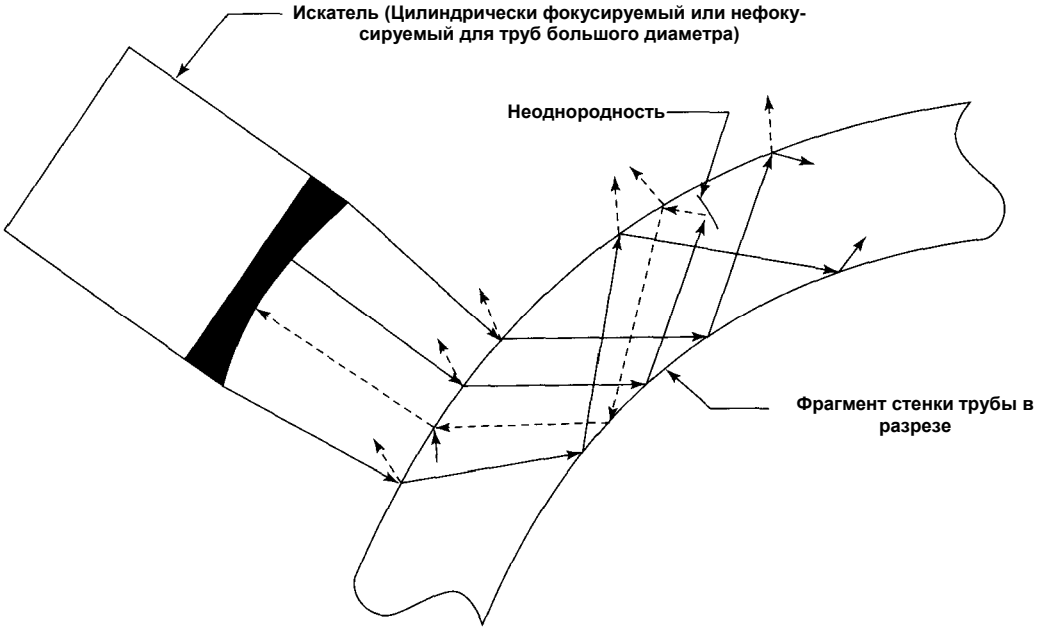
A1.3.3 Фокусное расстояние иммерсионного искателя должно равняться радиусу трубы плюс путь прохождения в соответствующей жидкости, так чтобы его можно было сфокусировать по оси трубы.

A1.3.4 Угол центрального луча искателя по отношению к перпендикуляру к касательной к поверхности в точке падения луча, следует настроить таким образом, чтобы получить соответствующий угол преломления в трубе или ее стенке для обеспечения полного охвата трубы или толщины стенки. Угол преломления в 45 градусов обычно используется при исследовании трубы с отношением диаметра к толщине стенки не менее чем 10 к 1. Для многих материалов угол преломления в 45 градусов можно получить при угле падения луча от 18 до 19 градусов. Это обеспечивается при иммерсионном методе посредством параллельной корректировки оси искателя от перпендикуляра до касательной к поверхности на расстояние, равное 1/6 наружного диаметра трубы. Как правило, этот способ является подходящей первоначальной настройкой во время калибровки системы.

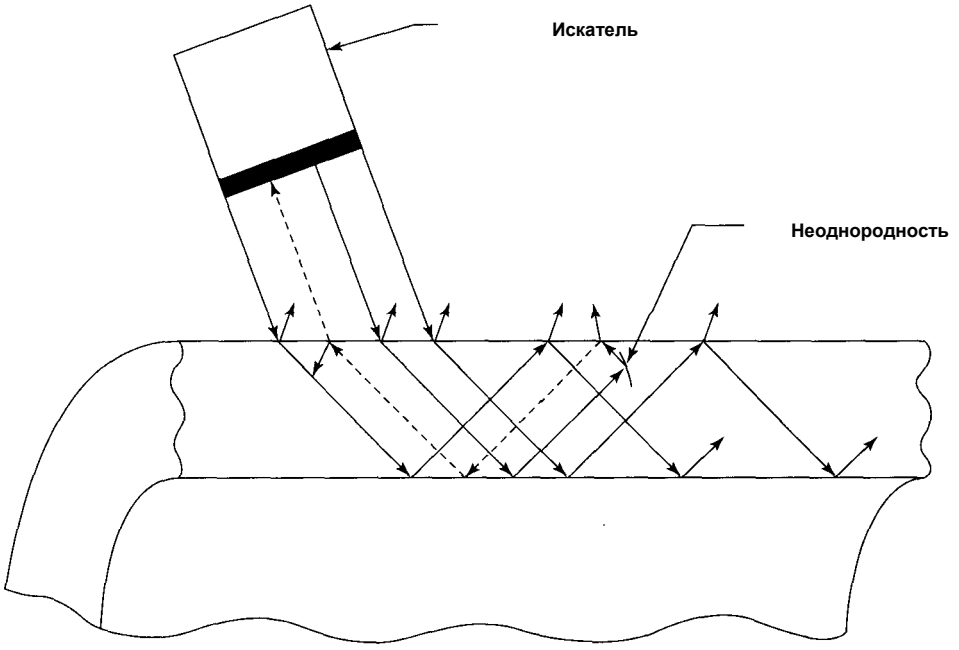
A1.4 Дополнительные требования к контрольным образцам

A1.4.1 Продольные контрольные канавки на наружной и внутренней поверхностях могут быть расположены на одном конце контрольного образца и должны отстоять друг от друга и от конца изделия на подходящее расстояние во избежание помех и трудностей в интерпретации, однако это расстояние не должно быть слишком большим для сокращения времени сканирования для достижения хорошего баланса сигналов во время калибровки. Для более легкого нанесения, канавка внутренней поверхности должна располагаться ближе к концу трубы. Если потребуется, поперечные канавки на наружной и внутренней сторонах, располагающиеся, так же как и на противоположном конце контрольного образца с продольными канавками. Данное руководство рекомендует располагать все канавки достаточно далеко от конца, для укрепления конца изделия, ближайшего к искателю(ям), во время калибровки, а канавки внутренних поверхностей должны располагаться ближе к концу для облегчения установки средств подтверждения. Данная процедура становится не столь необходимой при исследовании материала с большим диаметром и прочностью.

РИС. A1.1 ПРОХОЖДЕНИЕ ЛУЧА В СТЕНКЕ ТРУБЫ



(а) Периферическое сканирование для поиска осевой (продольной) несплошности



(б) Осевое сканирование для периферических (поперечных) несплошностей

A1.5 Статическая калибровка. Следует настроить прибор для обеспечения четко различимых показаний от канавок на внешней и внутренней поверхностях, используя контрольный образец, описанный в Разделе 11. Условные ответные сигналы от канавок с внешней и внутренней поверхностей должны быть равны, насколько это возможно на практике. Могут потребоваться некоторые изменения данной процедуры, как описано ниже, в зависимости от используемого контактного или иммерсионного метода.

A1.5.1 Положение всех конвейерных и приводных механизмов, должно обеспечивать удержание и бесперебойную подачу исследуемого материала с требуемым "шагом" (спирали) сканирования, учитывая условия достижения "наихудшего случая преломления" и требуемого перекрытия при сканировании. (См. Приложение A2.)

A1.5.2 *Метод контактного исследования* — Для проверки в условиях эксплуатации, или других случаях, когда иммерсионный метод не применяется, можно использовать контактный метод. Важно отметить, что получение повторяющихся и точных результатов становится более затруднительным при данном методе исследования, потому что:

(a) трудно поддерживать постоянную чувствительность во время сканирования из-за недостаточного постоянного давления на искатель и неоднородности контактной среды;

(b) если не применяются особые "комплексные" или подобные искатели, становится невозможным получение первичного преимущества фокуса, которое проявляется в постоянной чувствительности относительно толщины, что приводит к получению постоянных углов преломления по всей ширине луча;

(c) при использовании для искателя данной призмы становится невозможным менять случайный угол для достижения баланса сигналов от канавок на наружной и внутренней поверхности или уменьшать случайный угол для получения полного проникновения сквозь стенку толстостенной трубы;

(d) могут возникнуть проблемы с техническим обслуживанием в результате износа лицевых поверхностей искателя; а также

(e) при ручном сканировании становится трудно охватить всю поверхность или обеспечить все предписанные размеры перекрытия при сканировании.

A1.5.3 При контактном исследовании следует использовать следующую процедуру калибровки, если агентством-подрядчиком не одобрена другая:

(a) Выберите искатель с размером, частотой, углом призмы и формой, которые обеспечивают получение сдвиговой центральной волны под углом 45 градусов в стенке трубы. Если указано, что меньший угол преломления будет более выгодным, можно использовать призму для получения такого угла.

(b) Рядом с продольными калибровочными канавками следует применять искатель с соответствующей пленкой или контактной средой на поверхности контрольного образца. Направлять луч искателя следует в одном периферическом направлении.

(c) Поддерживая непрерывный контакт и постоянное давление на искатель, следует перемещать его вперед и назад от продольной канавки по внешней поверхности для достижения максимального ответного сигнала от нее посредством отражения луча от внутренней поверхности, находящейся за пределами сигнала от границы раздела на экране прибора. Регулировку усиления следует выполнять до получения максимальной чувствительности в данном месте отраженного сигнала (узла пересечения) до 80% всей высоты экрана (FSH).

(d) Без изменения калибровки усиления, описанной в шаге (в) выше, следует перемещать искатель ближе к продольной канавке внутренней поверхности и необходимо повторить процедуру сканирования до получения максимального сигнала от этой канавки, в узле, расположенным рядом с узлом используемым для сигнала от канавки на наружной поверхности. Следует зафиксировать максимальную полученную амплитуду сигнала от канавки на внутренней поверхности. Если этот сигнал выше 80% от FSH, следует понизить чувствительность до 80% от FSH и снова переместиться к канавке на наружной поверхности и зафиксировать максимальную амплитуду новой калибровки. Относительный ответный сигнал от канавок на внутренней и внешней стороне должен быть равным, насколько это возможно, посредством выбора пары соседних узлов сигнала от канавок на внешней и внутренней поверхностях. Для определения уровня выбраковки следует применять наименьший из двух ответных сигналов. На толстостенных трубах с большим диаметром, если невозможно уравнять амплитуды от канавок на внешней и внутренней поверхностей из-за пути прохождения ультразвука в материале или изогнутости внутреннего диаметра, можно установить отдельный уровень выбраковки для канавок на внешней и внутренней поверхности, или в этом случае можно использовать DAC для баланса амплитуд сигнала от канавок на внешней и внутренней поверхности.

*(д)*Повторить шаги от (а) до (d) в процессе сканирования с противоположной стороны окружности.

(f) Повторить вышеупомянутые шаги в процессе сканирования в обоих осевых направлениях, если обнаружение поперечных канавок и несплошностей требуется пользователем или агентством-подрядчиком.

A1.5.4 *Иммерсионный метод исследования* — Данная практика является предпочтительной для любого случая применения. Любой тип прибора, из перечисленных в Примечании 1 (4.1), может использоваться для этой цели. Если иное не одобрено агентством-подрядчиком необходимо применять следующий тип калибровки.

A1.5.5 Согласно указаниям, приведенным ниже, необходимо выбрать цилиндрический (линейный) искатель с соответствующей частотой, длиной луча, и фокусным расстоянием для исследуемого материала и уровня чувствительности (размеры канавок) указанных пользователем или агентством-подрядчиком. В тех случаях, когда тип исследования, размеры изделия или другие свойства материала требуют применения сферических или плоских искателей, их можно использовать вместо цилиндрических.

(a) Частоту следует выбирать для получения желаемого соотношения сигнал/шум (S/N) от исследуемого материала при определенной чувствительности. Значение S/N, как минимум 3 к 1, обычно считается минимальным. Значение выше минимума является желательным и может быть указано агентством-подрядчиком.

(b) Фокусное расстояние должно равняться радиусу трубы плюс путь прохождения в соответствующей жидкости, так чтобы искатель можно было сфокусировать по оси трубы после нормализации. Искатели с другими фокусными расстояниями или нефокусирующие искатели можно использовать для изделия с большим диаметром, где данное требование является нецелесообразным.

(c) Ширина луча, измеряемая между точками -3 дБ на эхо импульсной кривой, как описано в Руководстве E 1065, должна быть или длиннее или короче длины продольной канавки на контрольном образце по количеству используемых шагов сканирования. Это необходимо для обеспечения соответствующих "худших случаев" пересечения несплошностей, которые равны по длине канавкам, несмотря на беспорядочное расположение, относительно траектории сканирования. (См. Приложение A2.)

(d) Следует расположить искатель таким образом, чтобы длина его фокусируемого луча соответствовала длине оси трубы.

(e) После того, как длина пути в жидкости примерно согласована с фокусом луча на наружной поверхности трубы, необходимо стабилизировать искатель посредством настройки угла наклона и компенсации ответного сигнала от поверхности.

(f) Затем необходимо изменить путь прохождения в жидкости, таким образом, чтобы он стал равен фокусному расстоянию искателя минус радиус трубы. Необходимо повторно настроить угол наклона и смещение, если требуется для повторной стабилизации, посредством повторного усиления до максимума сигнала от границы раздела.

(g) Перемещать искатель необходимо в направлении, параллельном осевой линии и перпендикулярно к продольной оси трубы на расстояние, требуемое для установления угла падения оси луча, что приведет к желаемому углу затухания в одном периферическом направлении по оси трубы. (Для многих изделий удовлетворительной начальной дистанцией выноса считается *1/6* от диаметра трубы.) Для толстостенных труб для исследования всей толщины может понадобиться меньший угол преломления. В ином случае, искатель может быть наклонен в плоскости, перпендикулярной оси трубы для получения угла падения.

(h) Затем нужно переместить искатель на контрольный образец таким образом, чтобы центры канавки на внешней стороне и луча искателя совпадали. Следует вращать трубу без перемещения (то есть без движений по продольно оси) и наблюдать экран на предмет наличия сигнала от канавки подальше от сигнала, создающего помехи. Амплитуда должна увеличиваться и уменьшаться по мере того, как последовательные отражения луча от внутренней и внешней поверхностей пересекают канавку наружной поверхности по мере того, как она перемещается на различные позиции относительно искателя. Необходимо выбрать соответствующую точку пересечения, отдаленную от "прямого" пересечения луча с канавкой на наружной поверхности (совпадающую с позицией сигнала интерфейса). Затем отрегулировать усиление до получения амплитуды 80% от FSH и отметить горизонтальное положение на экране.

ПРИМЕЧАНИЕ: В качестве варианта, калибровка канавки на внутренней поверхности может быть выполнена перед калибровкой канавок на наружной поверхности, как описано в шаге (h) выше. Данный сигнал от канавки на внутренней поверхности также может находиться за пределами прямого сигнала от канавки на внешней поверхности. Сигнал канавки на наружной поверхности, впоследствии используемый для калибровки, затем должен идти от точки пересечения сразу после сигнала от канавки на внутренней поверхности для обеспечения наилучших условий для выравнивания обоих сигналов в следующем Шаге (i).

(i) Следует перемещать контрольный образец к центру канавки на внутренней поверхности в области луча. Затем нужно вращать трубу по отношению к канавке на наружной поверхности и отметить амплитуду сигнала от канавки на внутренней поверхности, которая отображается перед выбранным сигналом выбранной канавки на наружной поверхности.

(j) Следует сделать небольшую поправку смещения (или углового смещения) на путь в жидкости при попеременном наблюдении и попытках уравнять амплитуды сигнала от канавок на внешней и внутренней стороне. Затем следует установить больший из двух сигналов на 80% от FSH, а меньший использовать для определения уровня выбраковки. Необходимо настроить прибор для принятия обоих сигналов. Для исследований, требующих остановки и оценки или регистрации соответствующих показаний, или того и другого, необходимо установить границу активизации предупреждений на 40% от FSH. Нужно зарегистрировать все калибровки положения искателя, калибровки прибора, и уровни сигналов калибровки в отчетном листе.

(k) Повторить все шаги в процессе сканирования в противоположном периферическом направлении.

(*l*) Если требуется осевое сканирование для получения поперечных показаний, следует повторить все шаги посредством искателя сначала в одном, а затем в другом осевом направлении, а затем, перемещая, но, не вращая контрольный образец выбрать ответные сигналы точки пересечения канавок на внешней и внутренней поверхностях.

A1.6 Динамическая калибровка. Прибор следует настраивать при динамических условиях, идентичных производственному исследованию. Исследуемая труба и искатель должны вращаться относительно друг друга таким образом, чтобы спиральная развертка отображалась на наружной поверхности трубы. Следует поддерживать постоянную скорость вращения и перемещения в пределах ±10%. Может использоваться осевое сканирование с периферической индексацией, особенно на большой области материала, для обеспечения равного охвата. Метод достижения требуемых условий описан ниже.

Al.6.1 Шаг спиральной развертки должен быть достаточно мал для обеспечения 100% охвата на протяжении исследования и установленной во время калибровки чувствительности как в п. A 1.5. Приложение A2 описывает, как можно определить максимально допустимый шаг для стабильного исследования по длине продольных канавок и при минимальной длине луча искателя.

A1.6.2 Предпочтительный метод для динамического сканирования, применим ко всем диаметрам, но особенно к материалу с маленькими диаметрами, например, диаметр менее 4 дюймов (100 мм), подходит для системы исследования для выполнения вращательного и параллельного перемещения между исследуемой трубой и искателем(ми). Необходимо сделать проход контрольного образца с произвольным первоначальным поступательным движением и углом разворота при помощи прибора на полной скорости и спиральной развертке, и отметить в процессе нескольких проходов, стабильность пропущенных сигналов опасности от всех канавок на контрольном образце при помощи ленточного самописца или другого прибора возможность получения стабильной амплитуды сигнала или функцию тревоги. При отсутствии другой процедуры, одобренной агентством-подрядчиком, наивысшие амплитуды сигнала должны постоянно оставаться в пределах 10% от FSH для количества последующих проходов, указанных в одобренной процедуре исследования (максимальное число 6), или при использовании другого прибора для обнаружения дефектов, он должен обеспечивать последовательную операцию для конкретного количества проходов.

A1.7 Дополнительные обязательные требования к процедуре

A1.7.1 *Проверки калибровки* — Необходимо периодически проводить калибровку оборудования при помощи контрольного образца. Данные проверки должны проводиться перед любым исследованием, выключением оборудования после исследования, и, по крайней мере, каждый час во время непрерывной работы прибора. Повторные калибровку и исследование изделия, если требуется, следует производить в соответствии со следующими процедурами, если иное не указано агентством-подрядчиком.

A1.7.2 *Повторная калибровка* — Если ни одна из канавок на контрольном образце не обнаружена или, если анализ дефектов проводится по данным ленточного самописца с записью амплитуд сигналов, если отклонение от зарегистрированной амплитуды сигнала первоначальной калибровки превышает 10% от данной амплитуды, разделы статической и динамической процедуры калибровки, описанные в п. A 1.6 следует повторять до получения удовлетворительной работы. Затем, в зависимости от природы неисправности, следует предпринять следующие шаги.

A1.7.3 *Срабатывание сигнала тревоги* — Если срабатывание сигнала тревоги является единственным показателем дефекта, если канавка на контрольном образце не отображает сигнал тревоги во время калибровки, все показания длины во время последней удовлетворительной проверки следует повторно проверить после повторной успешной калибровки системы.

A1.7.4 *Уменьшение зарегистрированных сигналов амплитуды канавки между 10% и 20% и не регистрируемые показания* — В случае регистрируемого исследования, когда амплитуда сигнала от любой канавки за время повторного прохода контрольного образца уменьшилась со среднего значения первоначально зарегистрированных амплитуд более чем на 10%, но менее, чем на 20%, после повторной калибровки не требуется повторный проход изделия, в случае последней удовлетворительной проверки калибровки, если не было зарегистрировано показаний сигнала превышающих 50% средней амплитуды первоначально зарегистрированных сигналов. Однако, повторная калибровка должна быть выполнена для приведения амплитуды сигнала в пределы 10% от среднего первоначально зарегистрированного значения перед возобновлением исследования.

A1.7.5 *Уменьшение зарегистрированный амплитуды сигнала канавки более чем на 20% или между 10% и 20% с показаниями* — Если повторный проход зарегистрированного значения меньше среднего значения первоначально зарегистрированной амплитуды чем на 20%, или если диапазон уменьшения находится в пределах 10% и 20% и не было зарегистрировано показаний со значением больше 50% от средней первоначальной амплитуды калибровки, следует контролировать всю партию изделий с момента повторной проверки последней калибровки.

A1.7.6 *Увеличение зарегистрированной амплитуды сигнала канавки* — В случае, если зарегистрированная амплитуда сигнала канавки увеличивается более чем на 10% от среднего показания первоначально зарегистрированных значений, необходимо выполнить повторную калибровку, для приведения уровня сигнала к необходимому диапазону. Если увеличение колеблется от 10% до 20%, повторного прохода по изделию не требуется. Если увеличение превышает 20%, и были зарегистрированы дефектные показания с момента последней проверки калибровки, следует контролировать всю партию изделий с момента повторной проверки последней калибровки.

A2 ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ВЫБОРУ ШАГА СКАНИРОВАНИЯ

A2.1 Определение шага сканирования. Спиральная развертка шага, вне зависимости от происхождения, не должна превышать абсолютной разницы между длиной продольной настроечной канавки и эффективной длиной луча искателя. Данное требование может формулироваться следующим образом:

$$P \leq |N - B|$$

где:

N = Длина канавки

B = Длина луча

A2.1.1 Данное ограничение происходит от "наибольшего пересечения" продольной канавки (и следовательно дефектов длины) лучом искателя, вне зависимости от произвольного первоначального местоположения канавки по отношению к сканируемому образцу. Фактическую длину можно рассчитать следующим образом:

$$I_{wc} = \{N + B - P\} / 2$$

A2.1.2 Длина "наилучшего" произвольного пересечения канавок лучом равняется либо *N,* либо *B,* в зависимости от того, что длиннее. Незначительное процентное изменение длины пересечения канавки, и, следовательно амплитуды сигнала, между лучшим и худшим вариантами может быть получена путем деления I_{wc} либо на N (если B длиннее), либо на B (если N длиннее); то есть:

$$I_{wc}/N = 1/2 + \{B - P\}/2N$$

или

$$I_{wc}/B = l/2 + (N - P)/2B$$

A2.1.3 Из этих равенств видно, что если шаг развертки равен либо длине луча, (если он больше *N)* либо длине канавки (если он больше *B),* процентное соотношение между двумя этими вариантами произвольного пересечения канавок лучом будет составлять 0,5 или 6 дБ. В данном случае не допускается никакой повторной калибровки. Однако, если $P = N - B$ заменяется в первом равенстве, или $P = B - N$ заменяется во втором, соотношение двух пересечений составляет 1,0. В связи с этим изменений сигнала не происходит, благодаря произвольной калибровке, и является предусмотренным условием для максимального шага, если необходимо обнаружить "постоянную" канавку.

СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗОН СВАРНЫХ ШВОВ СВАРНЫХ ТРУБ

SE-273

[Идентичен ASTM E 273-01 (R2005)]

1. Область применения

1.1 Данное руководство описывает общие процедуры ультразвукового контроля с целью выявления несплошностей в зонах сварного шва и зонах термического влияния сварной трубы при помощи сканирования посредством взаимного перемещения искателя и трубы. При использовании контактных или нефокусируемых иммерсионных искателей, данное руководство предназначено для исследования труб с наружным диаметром ≥2 дюймов (≥50 мм) и толщиной стенки от 1/8 дюйма до 1 1/16 дюйма (от 3 мм до 27 мм). При использовании фокусирующих иммерсионных искателей, данное руководство может применяться для изделий меньшего диаметра и с более тонкими стенками.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: При использовании контактного или фокусирующего иммерсионного искателя для исследования труб с низкими нормативными пределами, следует принять меры предосторожности. Конкретные комбинации искателя, его частоты, малых толщин и диаметров могут привести к образованию нежелательных звуковых волн и, в результате, к ошибочным результатам.

1.2 Все поверхности исследуемого изделия, в соответствии с данной методикой, должны быть очищены от окалины, грязи, задиров, шлака, брызг и других следов обработки, которые могут повлиять на результаты исследования. Форма сварного шва не должна создавать помехи при отражении от самого шва. Обработка наружной и внутренней поверхности сварного шва, такая, как зачистка ("газопламенная очистка") или прокатка часто требуются для удаления выступов, которые могут вызвать паразитные сигналы.

1.3 Данное руководство не устанавливает критерии приемки, они должны быть утверждены сторонами-участницами.

1.4 Значения в футах и дюймах считаются стандартными. Международные единицы приводятся в скобках и могут быть приблизительными.

1.5 *Данный стандарт не ставит целью охватить все вопросы безопасности, если существует такая необходимость, связанные с его использованием.*
Пользователь данного стандарта несет ответственность по разработке и реализации соответствующих правил техники безопасности и охране труда, а также по определению применимости нормативных ограничений перед использованием

2. Справочные документы

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 543 Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing (Руководство для агентств по неразрушающему контролю)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология неразрушающего контроля.)

2.2 *Документы Американского общества специалистов по неразрушающему контролю*

Практические рекомендации SNT-TC-1A по аттестации и сертификации специалистов по неразрушающему контролю

3. Терминология

3.1 *Определения* — Для определения терминов, использованных в данном руководстве, см. терминологию документа E 1316.

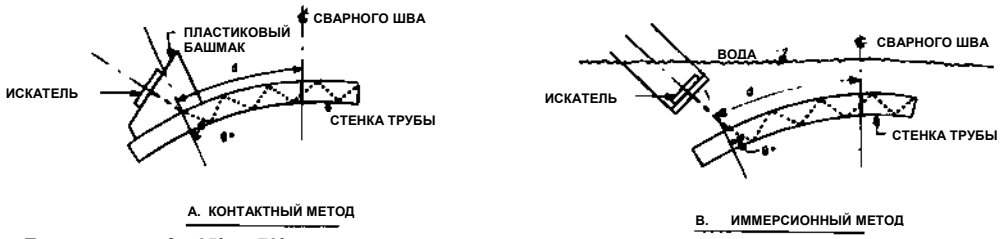
4. Краткое изложение методики

4.1 Следует использовать импульсный ультразвуковой луч под углом, распространяющийся внутри стенки трубы при неконтактном, контактном или иммерсионном методе контроля. На Рисунке 1 показано типовое прохождение звукового луча под углом в стенке трубы для контактного или иммерсионного метода исследования при помощи одного искателя.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Для иммерсионного метода исследования подходят сосуды, катящиеся искатели, или система воздушной смазки.

4.2 Сварной шов следует исследовать с обеих сторон для определения местоположения дефектов, с такой формой и ориентацией, которые образуют отраженный сигнал преобладающего направления.

РИС. 1 УГЛОВАЯ ПРОЕКЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН



А. КОНТАКТНЫЙ МЕТОД

В. ИММЕРСИОННЫЙ МЕТОД

Примечание — θ = 35° до 70°.

5. Аппаратура

5.1 Приборы и комплектующие должны производить, получать, усиливать и отображать электрические импульсы на частотах, утвержденных сторонами-участницами. Также прибор должен иметь способность выявлять контрольные отражатели, описанные в Разделе 7 в объеме, требуемом процедурой калибровки, описанной в Разделе 9.

5.2 Для систем эхо импульсного контроля контактные или иммерсионные искатели должны генерировать ультразвуковые волны, проходящие сквозь стенку трубы с углом преломления от 35 до 70 градусов и перпендикулярно сварному шву. Для других систем контроля может потребоваться направление прохождения луча, отличное от перпендикулярного.

5.3 *Контактная среда* — Следует использовать такую жидкость как вода, смазка, глицерин и т.д. способную передавать ультразвуковые вибрации от искателя к трубе. В контактную жидкость могут быть добавлены ингибитор коррозии, умягчители, смачивающие вещества. Контактная среда с добавками не должна отрицательно влиять на поверхности трубы и должна смачивать поверхность материала. При исследовании трубы, сваренной контактной сваркой, водорастворимое масло, которое применяется для охлаждения трубы, служит контактной средой.

5.4 *Корректировка кривой расстояние- амплитуда* — Могут быть применены электронные методы корректировки потерь сигнала при затухании в зависимости от пути прохождения ультразвука в металле.

5.5 *Искатели* — Размер искателя должен быть подобран в соответствии шириной и лучом, используемым для достижения полного проникновения сквозь стенку трубы. Если такого эффекта достигнуть невозможно при помощи одного искателя, распространяющего лучи в заданном направлении, можно применить несколько искателей для сканирования в каждом направлении. Эффективная длина луча искателя должна обеспечивать достоверное выявление всех контрольных отражателей без превышения пределов "шума", описанных в п. 9.2. Фокусное расстояние фокусирующего искателя должно, как минимум, равняться радиусу трубы плюс, соответствующий путь прохождения в жидкости, таким образом, чтобы первоначальная фокусировка происходила на центральной оси трубы.

6. Основы применения

6.1 Следующие моменты необходимо согласовать при использовании настоящего метода:

6.1.1 Критерии приемки,

6.1.2 Тип, размер и количество контрольных отражателей, расположенных на контрольном образце,

6.1.3 Интервалы калибровки чувствительности,

6.1.4 Уровень квалификации и сертификация персонала,

6.1.5 Квалификационный уровень агентств по неразрушающему контролю (как указано в руководстве E 543), если требуется. Руководство E 543 может использоваться для проведения квалификационных испытаний агентства.

6.1.6 Периодичность контроля,

6.1.7 Скорость импульсов,

6.1.8 Направленность луча и количество лучей,

6.1.9 Процедура и использование корректировки кривой амплитуда-расстояние и

6.1.10 Отчет о результатах контроля.

7. Квалификационные испытания персонала

7.1 Персонал, выполняющий исследования согласно данному стандарту, должен пройти квалификационные испытания в соответствии с Рекомендованным Руководством ASNT SNT- TC-1A или эквивалентным документом, для удостоверения возможности проведения ультразвукового контроля сварных швов.

8. Контрольные образцы

8.1 Контрольный образец соответствующей длины следует изготовить из отрезка трубы с таким же диаметром, толщиной стенки, материала, шероховатостью поверхности и акустическими характеристиками, как и у исследуемого материала. Контрольный отрезок трубы не должен содержать несплошности или другие дефекты, порождающие показания, препятствующие определению местоположения контрольных отражателей. Контрольные отражатели должны выбираться таким образом, чтобы обеспечить однородный охват сварного шва при указанных уровнях чувствительности.

РИС. 2 ТИПИЧНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ КАНАВОК НА ТРУБЕ, ПОЛУЧЕННОЙ СВАРКОЙ ПЛАВЛЕНИЕМ

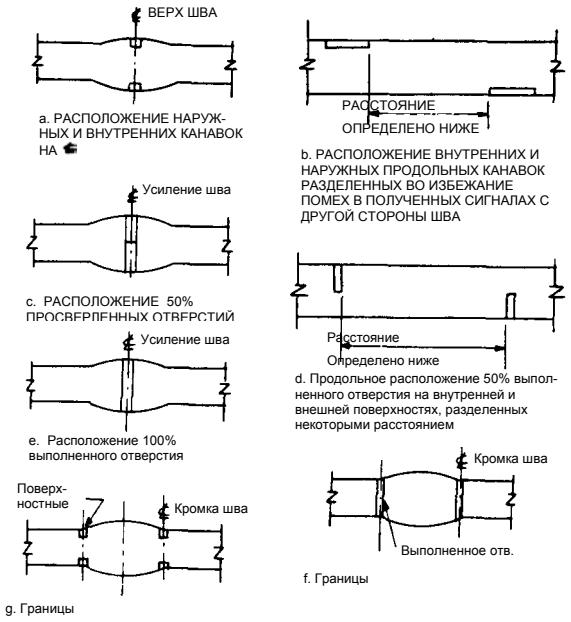
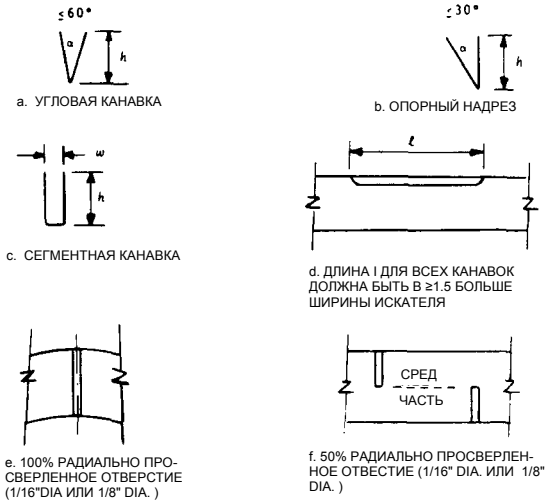


РИС. 3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ОТРАЖАТЕЛИ



Используемые контрольные отражатели представляют собой канавки и просверленные отверстия, как описано в Параграфе 8.2. Следует удалить весь высаженный металл, заусенцы и т.д., расположенные по соседству с канавками.

8.1.1 *Трубы, сваренные контактной, лазерной или стыковой сваркой* — контрольные отражатели должны быть расположены в центре сварного шва и параллельно ему, если другое расположение на контрольном образце не оговорено агентством-подрядчиком. Если продольные канавки используются в качестве контрольных отражателей, их следует располагать на внешних и внутренних поверхностях контрольного образца, и они должны отстоять друг от друга на достаточном расстоянии для обеспечения того, что одно показания не будет перекрыто другим.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Если отражатели расположены в другом месте, а не по осевой линии шва, нельзя быть уверенными в проникновении луча до получения ответного сигнала от искателя, сканирующего отражатель с обеих сторон шва. Более низкая амплитуда ответного сигнала с обеих сторон должна использоваться в определении уровня браковки. Расположение сигналов об опасности должно соответствовать сигналу отражателя, а также сигналам, происходящим от несплошностей в любом месте сварного шва.

8.1.2 *Труба, сваренная плавлением* — Отражатели должны располагаться в сварном шве. Если в качестве отражателей используются продольные канавки, они должны быть расположены в верхней части шва, как показано на Рис. 2(a). В трубе, сваренной плавлением сварными швами, на внутренней и внешней поверхностях продольные отражатели должны располагаться в верхней части шва с обеих сторон.

8.1.2.1 Если применяются просверленные отверстия, они должны быть радиально просверлены с обеих сторона 50% толщины стенки в начале шва или на другой глубине, согласованной заказчиком и на расстоянии, гарантирующем четко разделенный ответный сигнал друг от друга [см. Рис. 2(c) и Рис. 2(d)]. По соглашению заказчика и поставщика, радиально просверленные отверстия на 100% могут использоваться вместо 50% просверленных отверстий [см. Рис. 2(e)].

ПРИМЕЧАНИЕ 4: Заполнить 50% глубины или сквозные отверстия водостойким наполнителем (напр., воск) во избежание попадания контактной среды. В противном случае, такое попадание может вызвать ошибочные и/или паразитные отражения.

8.1.2.2 Дополнительные отражатели могут использоваться для формирования сигналов во время отражения, которое определяет границы зоны сварки с целью установления времени тревоги или других средств контроля зоны. Отверстия могут быть просверлены радиально 100% через стенку трубы у кромок шва.

8.2 Размеры надреза (длина, глубина, ширина и – для Рис. 3(a) и Рис. 3(b) – включенный угол *a*) должны определяться пользователем или пользователями. На Рис. 3 показан типовые формы надрезов и измеряемые размеры.

8.2.1 Глубина надреза *(h)* должна быть измерена с близкой лежащей поверхности с учетом максимальной и минимальной глубины. Измерения могут быть выполнены оптическим, репликативным или механическим способом или другими способами. Глубина надреза обычно указывается в процентах к номинальной толщине стенки с типовыми значениями 10%, 12 1/2% или 20%. Допуск +0/-10% может применяться в отношении глубин надрезов.

8.2.2 Длина надреза (l) представляет собой размер, на протяжении котором поддерживается заданная глубина.

8.2.3 Шириной (w) надреза можно пренебречь при калибровке. Она не является важным размером.

9. КАЛИБРОВКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

9.1 С помощью контрольного образца, как указано в п. 8.1, оборудование может быть настроено на обеспечение точных и отчетливых индикаторных следов с обоих – внутреннего и внешнего – контрольных отражателей. Относительный ответный сигнал в отношении внутренних и внешних отражателей должен быть приблизительно равным. Наименьший из двух сигналов должен использоваться в качестве границ допуска.

ПРИМЕЧАНИЕ 5: При настройке пути в воде настройка расстояния *(d)* на Рис. 1 и наклона луча используются для обеспечения равенства. Необходимо помнить о следующем: определение или балансировка сигналов от надрезов на внешней и внутренней поверхностях не гарантируют того, что контроль дефектов выполняется по всей толщине стенки. Для эффективности такого контроля (особенно на трубах с более толстыми стенками) необходимо выбрать угол рефракции луча и размер искателя (включенный угол луча для фокусированных единиц) для совместимости с коэффициентом диаметр/толщина стенки материала, как указано в п. 5.5.

9.2 Чувствительность КИП и параметры системы сканирования (напр., скорость позиционирования и сканирования искателя) должны задаваться для формирования уровней сигнала, которые повторяются при движении от образцовых индикаторных следов в пределах, указанных ниже. Если используется устройство записи ленточных диаграмм или другое устройство, в этом случае стабильность амплитуды всех индикаторных следов должна находиться в пределах 10% FSH для нескольких последовательных проходов сканирования образца с учетом условий, имитирующих условия, которые будут использоваться для действительного контроля материала. Амплитуды пикового сигнала, которые выявляются во время сканирования участка образца, равного как минимум двойному расстоянию между внешней и внутренней поверхностями (надрезы), не должны превышать 40% минимальной амплитуды сигналов относительно образцовых индикаторов. Если используется устройство звукового или другого оповещения для индикации дефекта, в этом случае такие устройства должны приводиться в движение с помощью образцовых индикаторных следов для обеспечения нескольких последующих проходов сканирования образца с учетом условий, имитирующих условия, которые будут использоваться для действительного контроля материала.

9.3 Когда применяются отражатели кромки шва, оборудование настраивается для формирования отчетливых ответных сигналов, которые отличаются от образцовых отражателей, используемых для задания пределов выбраковки, когда осуществляется сканирование образца с имитацией производственного контроля труб.

9.4 Выполняя калибровку, степень изменения размера (d) (т.е. значение наклона линии шва относительно искателя), которая может быть в допуске без превышения установленных границ по 9.2, подлежит определению. Параметры системы сканирования (соблюдение положений искателей относительно линии шва) поддерживаются в заданном диапазоне.

10. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ

10.1 Перемещать трубу вдоль искателя, причем шов должен быть расположен под определенным и постоянным углом по отношению к искателю. Движение искателя относительно трубы должно быть постоянным. Во время контроля обеспечить расстояние *(d)* и угол θ на Рис. 1 и прохождение воды для контроля погружением, как определено во время настройки чувствительности контроля. В зависимости от степени кривизны контролируемого материала обеспечение этих параметров требует использования "следящих устройств" или других приборов для обеспечения стабильного рисунка сканирования.

10.2 Некоторые системы контроля, использующие множественные искатели или множественные преобразователи луча, вносят поправку в значение расстояния *(d)* и не требуют точного соблюдения размеров во время контроля. Вне зависимости от типа оборудования допустимое значение наклона линии шва должно быть определено по 9.4, и данные сканирования должны быть определены для предупреждения того, что предел не превышается.

10.3 Периодически выполнять контроль чувствительности оборудования путем применения контрольного образца в системе контроля. Выполнить проверку до контроля трубы, до останова оборудования после контроля и как минимум каждые четыре часа при продолжительной работе оборудования. Если оборудование не дает четкий определенный сигнал в пределах 10% от полученного при проверке чувствительности контроля, необходимо выполнить повторную калибровку оборудования в соответствии с Разделом 8.

10.4 Если оборудование выдает сигнал более 10% ниже уровня калибровки, выполнить повторный контроль, всех труб, проверенных после калибровки.

11. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

11.1 Все индикаторные следы, которые равны или больше контрольных сигналов, как указано в случае калибровки согласно разделу 9, или согласно разделу 6, должны рассматриваться как представляющие дефекты, которые могут быть причиной выбраковки труб.

11.2 Если после контроля трубы не выявлено обнаруживаемых индикаторных следов, в этом случае материал должен рассматриваться как прошедший ультразвуковой контроль за исключением 10.4**.**

12. Ключевые слова

12.1 угловой луч; продольная сварная труба; продольная сварная труба; неразрушающий контроль (НК); ультразвуковой контроль**.**

A08

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ РУЧНЫМ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ЭХО-ИМПУЛЬСНЫМ КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

SE-797

(Аналогичен ASTM E 797-05)

1. Область применения

1.1 Данная методика содержит правила измерения толщины материалов с помощью контактного эхо импульсного метода при температурах, которые не превышают 200°F (93°C).

1.2 Данная методика применяется в отношении всех материалов, в которых могут распространяться ультразвуковые волны при постоянной скорости внутри детали, и от которых могут быть получены с надлежащим разрешением обратные отражения.

1.3 Значения, выраженные либо в дюймах-фунтах, либо в метрических единицах измерения, рассматриваются как стандартные. Значения, указанные в скобках, даны только для справки.

1.4 *Данный стандарт не ставит целью охватить все вопросы безопасности, если существует такая необходимость, связанные с его использованием. Пользователь данного стандарта несет ответственность по разработке и реализации соответствующих правил техники безопасности и охране труда, а также по определению применимости нормативных ограничений перед использованием.*

2. Ссылочные документы

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 317 Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Examination Systems Without the Use of Electronic Measurement Instruments (Методика для оценивания рабочих характеристик систем ультразвукового контроля эхо-импульсным способом без использования электронных КИП)

E 494 Practice for Measuring Ultrasonic Velocity in Materials (Методика для измерения ультразвуковой скорости в материалах)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология в области НК)

2.2 *Документ ASNT:*

Руководство по НК, 2-ое издание, том 7

3. Терминология

3.1 *Определения* — Что касается определений терминов, используемых в данной методике, см. Терминология E 1316.

4. Вывод по методикам

4.1 Толщина (7), когда используется с помощью ультразвукового эхо импульсного метода, представляет собой произведение скорости звука в материале и одной второй времени перехода (круговое движение) внутри материала.

$$T = \frac{Vt}{2}$$

где:

T = толщина

V = скорость

t = время перехода.

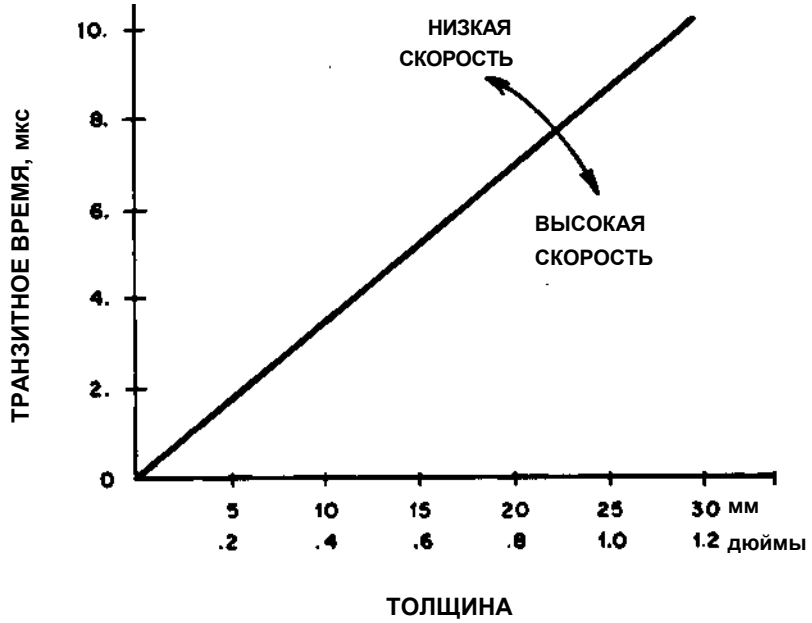
4.2 Ультразвуковой эхо-импульсный КИП измеряет время прохода ультразвукового импульса через деталь.

4.3 Скорость распространения звука в материале, который подлежит проверке, зависит от физических свойств материала. Обычно предполагается, что она является постоянной для данного класса материалов. Приблизительное значение может быть получено из Таблицы X3.1 Методики E 494 или *Руководство по НК,* или может быть определено эмпирическим путем.

4.4 Один или более контрольных образцов должны иметь известную скорость распространения звука, или быть изготовлены того же материала, что подлежащий контролю, с точно измеренной толщиной и в диапазоне толщин, которые подлежат измерению. Как правило, необходимо, чтобы толщины были "круглыми величинами", без десятых. Один контрольный образец должен иметь значение толщины, близкое к максимальному диапазону, а другое - близкое к минимальной толщине.

4.5 Элемент отображения [дисплей A-сканирования, датчик или цифровой экран] КИП должен быть скорректирован для представления удобных величин толщины, которые зависят от используемого диапазона. Управление данной функцией может иметь различные названия в зависимости от типа КИП, включая *диапазон, развертку, тип материала или скорость.*

РИС. 1 СООТНОШЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОХОДА И/ ТОЛЩИНЫ



Общее примечание - Падение скорости конверсионной линии приблизительно такое же, как у стали.

4.6 Схемы синхронизации в различных приборах используют разный порядок пересчета. Обычным методом является так называемое временно/аналоговое преобразование, при котором время, измеряемое прибором, пропорционально преобразуется в постоянное напряжение, отображающееся в последствие на приборе считывания. Другой метод используется сверхвысокочастотным излучателем, который модулируется или управляется соответствующими показаниями отраженного импульса, выходные данные применяются либо напрямую при помощи соответствующих цифровых устройств для считывания, либо преобразуются в напряжение для другого отображения. Графическое соотношение времени прохода и толщины показано на Рис. 1.

5. Значение и применение

5.1 Описанные способы позволяют производить косвенную толщинометрию участков материалов, температура которых не превышает 200°F (93°C). Замеры производятся с одной стороны объекта, без необходимости доступа к задней поверхности.

5.2 Ультразвуковая толщинометрия широко применятся для основных профилей и изделий из различных материалов, на деталях, обработанных на станках с высокой точностью, а также для определения утонения стенок технологического оборудования, вызванного коррозией и эрозией.

5.3 Рекомендации по определению возможностей и пределов для ультразвуковых толщиномеров в конкретных способах применения можно найти в ссылочных материалах.

6. Прибор

6.1 *Измерительные приборы* — Приборы для измерения толщины делятся на три группы: *(1)* Дефектоскопы со считыванием дисплея А-сканирования, *(2)* Дефектоскопы с дисплеем А-сканирования и прямым считыванием показаний толщины, и *(3)* прямое считывание показаний толщины.

6.1.1 Дефектоскопы со считыванием дисплея А-сканирования отображают данные о времени / амплитуде. Определение толщины происходит посредством расчета расстояния между нулевым смещением начального импульса и первым отраженным импульсом (обратное отражение), или между многократным обратным отражением импульса, на стандартной плоскости дисплея А-сканирования. Линия развертки дисплея А-сканирования должна быть настроена на необходимое приращение толщин.

6.1.2 Дефектоскопы с цифровым считыванием являются комбинацией импульсного ультразвукового дефектоскопа с дисплеем А-сканирования и дополнительной электрической схемой, предоставляющей цифровые данные о толщине. Толщина материала может измеряться электронным способом и отображаться в цифровом виде. Дисплей А-сканирования предоставляет проверку достоверности электронных измерений посредством выявления параметров измерений, таких как внутренняя неоднородность или колебания интенсивности отражённого сигнала, влияющих на достоверность данных вывода.

6.1.3 Толщиномеры представляют собой усовершенствованные модели прибора импульсного отражения. Время, прошедшее с начала первого импульса до первого отраженного импульса или время между различными отраженными импульсами, преобразуется в показания прибора или цифровую информацию. Приборы предназначены для измерения и прямого цифрового считывания конкретных диапазонов толщины и материала.

6.2 *Искатели* — В большинстве случаев использования дефектоскопа применяются искатели (прямой, искатель с

линией задержки, раздельно-совмещенный). Если толщиномер имеет возможность определять малые толщины, обычно применяется амортизирующий, высокочастотный искатель. Высокочастотный (10 МГц или выше) искатель обычно применяется для толщин менее 0,6 мм (0,025 дюйма). Определение толщин материалов при высокой температуре требует применения специальных искателей. В случае использования двойственных сигналов, присущее им нелинейное искажение, как правило, требует особых настроек для тонкого профиля. (См. Рис. 2.) Для оптимального отображения требуется соответствие прибора и искателя.

6.3 Калибровочные образцы — Общие требования к соответствующим калибровочным образцам приведены в п.п. 4.4, 7.1.3, 7.2.2.1, 7.3.2 и 7.4.3. Ступенчатые образцы, необходимые для процедур калибровки, описаны в Приложении XI (Рис. XI. 1 и XI.2).

7. Калибровка прибора

7.1 *Тип I — Прямой контакт, Одноэлементный искатель*:

7.1.1 *Условия* — Запуск экрана синхронизирован с первым импульсом. Все элементы дисплея являются линейными. На дисплее А-сканирования отображается значение толщины.

7.1.2 В данном случае, можно предположить, что конверсионная линия скорости эффективно вращается вокруг начала координат (Рис. 1). Может возникнуть необходимость вычесть время, уходящее на износ пластины, которое требует незначительного применения контроля. Рекомендуется использовать эталоны, обеспечивающие как минимум две толщины, охватывающие диапазон всех толщин для проверки полнофункциональной надежности.

7.1.3 Следует поместить искатель на эталоне с известной толщиной с соответствующей контактирующей средой и настроить средства управления (калибровка материала, диапазон, колебания или скорость ультразвука) пока на экране не отобразится соответствующее показание толщины.

7.1.4 Затем показания должны быть проверены и приведены в соответствие с эталонами, имеющими меньшие толщины, что необходимо для большей точности системы.

7.2 *Тип II —Одноэлементный искатель с линией задержки:*

7.2.1 *Условия* — При использовании данного искателя, необходимо, чтобы в оборудовании была предусмотрена возможность корректировки времени, за которое ультразвук проходит через линию задержки, таким образом, чтобы конец задержки совпадал с нулевой отметкой. Это требует так называемой отложенной настройки прибора или автоматического определения нулевой толщины.

7.2.2 В большинстве приборов, если эталонная схема была предварительно настроена на определенную скорость ультразвука в материале, следует настраивать прибор до получения правильного показания толщины на приборе. Однако если прибор должен быть полностью стандартизован с искателем линии задержки, рекомендуется следующий метод:

7.2.2.1 Следует использовать, как минимум, два эталона. Один эталон должен иметь максимальную толщину, приближенную к диапазону, который необходимо измерить, а другой эталон – минимальную толщину. Для удобства, желательно, чтобы значение толщины было в целых числах, для того, чтобы разница между ними также была выражена целым числом.

7.2.2.2 Необходимо расположить искатель по очереди на обоих эталонах для получения двух показаний. Затем необходимо рассчитать разницу между двумя показаниями. Если показания разницы толщин меньше, чем фактическая разница, необходимо расположить искатель на эталоне с большей толщиной, и настроить параметры прибора для увеличения диапазона толщин. Если показания разницы толщин больше, чем фактическая разница, необходимо расположить искатель на эталоне с большей толщиной, и настроить параметры прибора для уменьшения диапазона толщин. Следует последовательно поместить искатель на оба эталона, и зафиксировать разницу показаний наряду с внесением соответствующих дополнительных настроек. Если показания разницы толщин равны фактическому показанию, диапазон толщины материала настроен правильно. Единовременная настройка контроля с задержкой предоставляет достоверные показания, как при максимальном, так и при минимальном диапазоне толщин.

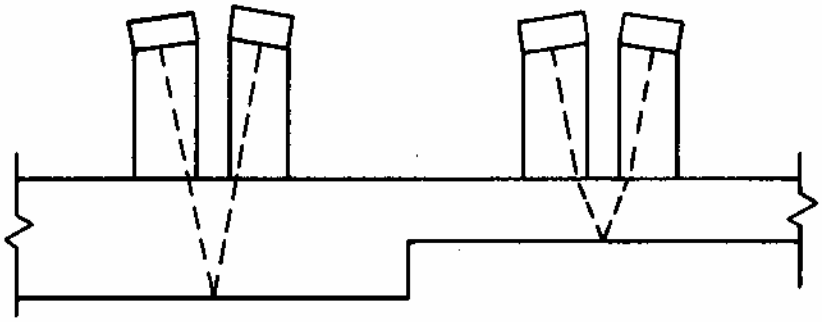
7.2.3 Другим методом для искателей с линией задержки является техника, описанная в п. 7.2.2. Применяется набор последовательных настроек с использованием контроля с «задержкой» для предоставления достоверных показаний на более тонком эталоне и контроль "диапазона" для корректировки показаний на эталоне с большей толщиной. Иногда может оказаться полезной незначительная дополнительная корректировка. Если оба показания являются "верными", прибор настроен правильно.

7.3 *Тип III — Раздельно-совмещенные искатели:*

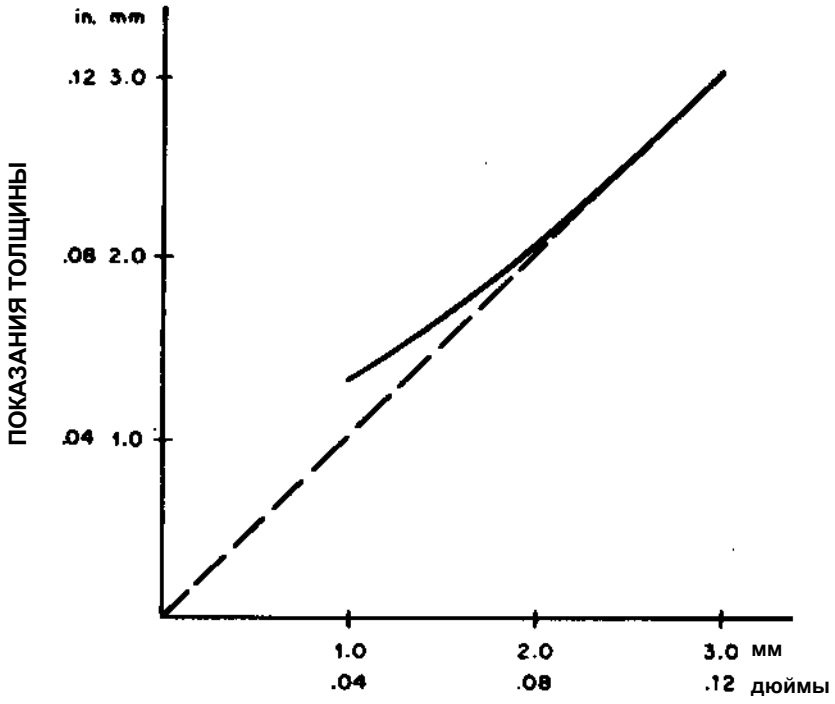
7.3.1 Метод, описанный в п. 7.2 (Тип II) также применим для оборудования с применением раздельно-совмещенных искателей для больших толщин выше 3 мм (0,125 дюйма). Однако при контроле ниже данных значений возникает погрешность прибора, благодаря V-образному пути следования звукового луча. Транзитное время больше не является линейно пропорциональным толщине, а условия ухудшаются по отношению к меньшей толщине в диапазоне. Разновидность схематически показана на Рис. 2(а). Значения типичных ошибок показаны на Рис. 2(б).

7.3.2 Если необходимо производить замеры на очень ограниченном диапазоне ближе к тонкой части эталона, следует настраивать прибор в соответствии с методом, описанном в методе II, используя подходящие эталоны. Это позволит получить коррекционную кривую, которая приблизительно подходит под данный ограниченный диапазон. Следует отметить, что на эталонах с большей толщиной это будет ошибочным.

РИС. 2 НЕЛИНЕЙНОСТЬ РАЗДЕЛЬНО-СОВМЕЩЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ



(a) Пропорциональная траектория луча увеличивается с уменьшением толщины



(b) Типовые значения погрешности считывания

73.3 Если необходимо измерить большой диапазон толщин, возможно, будет более удобно настраивать прибор как в Случае II с применением начального значения диапазона толщин на эталоне и частично конечного значения. Отсюда следует, что для области диапазона с наименьшими толщинами можно внести поправки, установленные опытным путем.

7.3.4 Для приборов с прямым считыванием показаний на экран, данные изменения следует выводить на экран в виде нелинейной функции.

7.4 *Тип IV — Большие толщины:*

7.4.1 *Условия* — Применяется при контроле больших толщин с высокой степенью точности.

7.4.2 Используются простые искатели и синхронизация начального импульса. Активизация дисплея задерживается как описано в п.п. 7.4.4. Все элементы дисплея должны быть линейными. Возрастание толщины отображается на дисплее А-сканирования.

7.4.3 Основная калибровка развертки должна производиться, как описано в Случае I. Выбранный калибровочный образец должен иметь толщину, которая обеспечит калибровку расстояния при полной развертке с достаточной точностью, то есть, около 10 мм (0,4 дюйма) или 25 мм (1,0 дюйм) в натуральную величину.

7.4.4 После основной калибровки, развертка должна быть выполнена с задержкой. Например, если номинальная толщина детали составляет от 50 до 60 мм (от 2,0 до 2,4 дюйма), а толщина основного калибровочного образца 10 мм (0,4 дюйма), а увеличение отображаемой толщины также составляет от 50 до 60 мм (от 2,0 до 2,4 дюймов), рекомендуются следующие шаги. Следует настроить прибор таким образом, чтобы пятый отраженный сигнал от основного калибровочного блока, равный 50 мм (2,0 дюймам), был связан с 0 начальным сигналом дисплея А-сканирования. А затем шестой отраженный сигнал должен отобразиться на правой кромке калибровочного образца.

7.4.5 Данную калибровку можно проверить на известном образце с приблизительным значением общей толщины.

7.4.6 Показание, полученное на неизвестном калибровочном образце, следует добавить к значению, отразившемуся на экране с задержкой. Например, если показание составляет 4 мм (0,16 дюйма), общая толщина будет составлять 54 мм (2,16 дюйма).

8. Технологические отказы

8.1 Раздельно-совмещенные искатели также можно эффективно применять на шероховатых поверхностях. Только в том случае, когда в измерении используется возвращение первого отраженного импульса, как например, до места залегания дефекта. Как правило, ограниченное исследование применяется для обнаружения минимального износа стенки.

8.2 *Свойства материала* — Прибор должен быть настроен на контроль материала, имеющего такую же скорость распространения звуковой волны и затухания, как и материал, который подвергается исследованию. Везде, где возможно, настройку прибора следует согласовать с прямым определением размеров материала, который подвергается исследованию.

8.3 *Исследование* — В процедуре следует точно определить максимальную скорость ультразвукового исследования. Качества материала, тип оборудования, и возможности специалиста могут потребовать более медленного исследования.

8.4 *Конфигурация:*

8.4.1 На деталях с параллельными или концентрическими поверхностями можно добиться более высокой точности. Во многих случаях, возможно, получить также данные исследования материала с непараллельными поверхностями. Однако точность показаний может быть ограничена, а полученные показания, в основном, получаются с наиболее тонкой части образца, исследуемого звуковым лучом в данный момент времени.

8.4.2 Соответственно, изгибы малого диаметра часто требуют особых навыков и оборудования. При измерении малых диаметров для обеспечения точности настройки и показаний, могут потребоваться особые процедуры, включая применение дополнительных эталонов.

8.5 Для исследования материала при высокой температуре, до 540°C (1000°F) могут потребоваться специально созданные приборы с жаропрочной компенсацией, комплект искателей и контактные среды. При повышении температур требуется упорядочение видимой мощности показаний. Практическое правило заключается в следующем: Показания видимой мощности, полученные от стенок стали с повышенными температурами, (большие толщины), как правило, увеличиваются примерно на 1% каждые 55°C (100°F). Следовательно, если прибор был откалиброван на образце из подобного материала при 20°C (68°F), а показания получены с поверхности с температурой 460°C (860°F), истинные показания следует уменьшить на 8%. Данная поправка является общей для многих типов стали. Настройки для других материалов следует определять опытным путем.

8.6 *Прибор* — Линейная развертка требуется для того, чтобы изменения толщины материала показали соответствующие изменения исследуемой толщины. Если в качестве устройства считывания применяется дисплей А-сканирования, проверку горизонтальной линейности можно произвести по Руководству E 317.

8.7 *Группа обратно-отраженных волн* — Приборы с прямым считыванием показаний толщины показывают значение толщины в первом полупериоде группы волн, который превышает совокупность амплитуд и фиксированный период времени. Если амплитуда обратного отражения исследуемого материала отличается от амплитуды обратного отражения эталона, показания толщины отображаются в другой половине цикла группы волн, вследствие чего возникает ошибка. Этого можно избежать при помощи следующего:

8.7.1 Использование калибровочных образцов с характеристиками затухания, равными характеристикам исследуемого материала или настройка амплитуды обратного отражения, равной как для калибровочного образца, так и для исследуемого материала.

8.7.2 Использование прибора с автоматической регулировкой усиления для получения постоянной амплитуды обратного отражения.

8.8 *Данные вывода* — дисплей А-сканирования рекомендуется к использованию на шероховатых, пористых или корродированных поверхностях.

8.8.1 Прямое считывание показаний толщины без дисплея А-сканирования, может привести к сбою настроек или ошибочному считыванию при определенных условиях исследования, особенно на тонких или корродированных поверхностях, а также при часто меняющемся диапазоне толщин.

8.9 *Калибровочный стандарт* — Большая точность показаний может быть получена, если прибор настраивался на образцах из материала с известной толщиной.

8.10 Изменения отраженного сигнала могут привести к ошибке, равной одному или более полуциклам высокой частоты, в зависимости от характеристик прибора.

9. Технологические требования

9.1 При проведении исследования следует учитывать следующие факторы:

9.1.1 Инструкции по эксплуатации прибора от завода-изготовителя.

9.1.2 Объем материала/объектов для исследования.

9.1.3 Применимость, требования к точности.

9.1.4 Обозначения.

9.1.5 Требования.

9.1.5.1 Персонал.

9.1.5.2 Оборудование.

9.1.5.3 Квалификационные испытания процедуры.

9.1.6 Процедура.

9.1.6.1 Условия измерения.

9.1.6.2 Подготовка поверхности и контактная среда.

9.1.6.3 Калибровка и допустимые отклонения.

9.1.6.4 Параметры сканирования.

9.1.7 Документальный отчет.

9.1.7.1 Применяемая процедура.

9.1.7.2 Протокол калибровки.

9.1.7.3 Протокол измерения.

10. Отчет

10.1 В процессе измерения толщины, должна быть зарегистрирована и внесена в отчет следующая информация:

10.1.1 Процедура исследования.

10.1.1.1 Тип прибора.

10.1.1.2 Калибровочные образцы, размер и марка материала.

10.1.1.3 Размер, частота и тип искателя.

10.1.1.4 Метод сканирования.

10.1.2 Результаты.

10.1.2.1 Замеры максимальной и минимальной толщин.

10.1.2.2 Место снятия замеров.

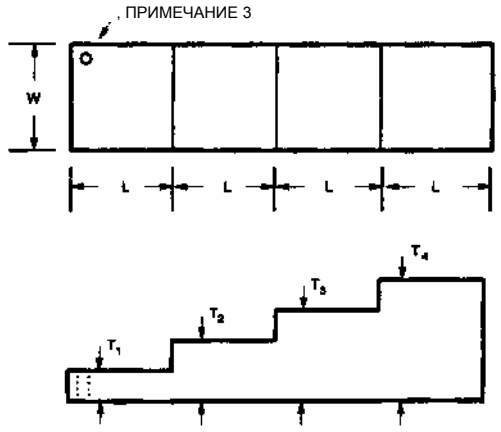
10.1.3 ФИО оператора, уровень квалификации.

11. Ключевые слова

11.1 контактное исследование; неразрушающий контроль; отраженный сигнал; измерение толщины; ультразвук

X1. ТИПОВЫЕ МНОГОСТУПЕНЧАТЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ТОЛЩИНОМЕРОВ

РИС. X1.1 ТИПОВЫЕ ЧЕТЫРЕХСТУПЕНЧАТЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ



БЕЗ СОБЛЮДЕНИЯ МАСШТАБА

ТАБЛИЦА С РАЗМЕРАМИ

Обозначение	Стандартный эталон США, дюймы		Метрический эталон 4А, мм		Метрический эталон 4В, мм	
	Размер	Допуск	Размер	Допуск	Размер	Допуск
T_1	0,250	0,001	6,25	0,02	5,00	0,02
T_2	0,500	0,001	12,50	0,02	10,00	0,02
T_3	0,750	0,001	18,75	0,02	15,00	0,02
T_4	1,000	0,001	25,00	0,02	20,00	0,02
L	0,75	0,02	20,0	0,5	20,0	0,5
W	0,75	0,05	20,0	1,0	20,0	1,0

ПРИМЕЧАНИЕ 1—Следует использовать указанный материал.

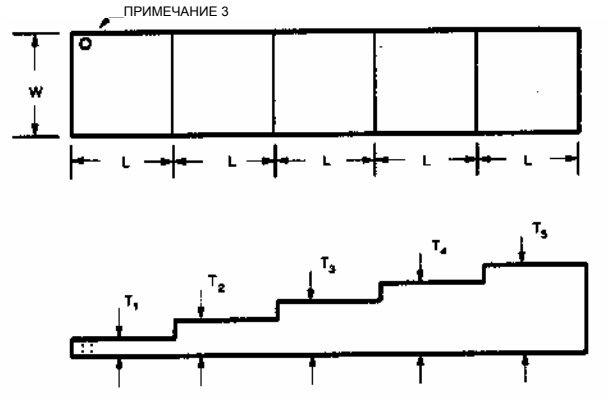
ПРИМЕЧАНИЕ 2—Квалитет поверхности: "Т" шероховатость Ra 32 мкдюйма (0,8 мкм) макс. Другие поверхности Ra 63 мкдюйма (1,6 мкм) макс.

ПРИМЕЧАНИЕ 3—Расположение дополнительного 1/16 дюймов (1,5 мм) диаметра отверстия, применяемого для укрепления эталона во время покрытия; центрального 1/16 дюймов (1,5 мм) от кромок эталона.

ПРИМЕЧАНИЕ 4—Следует соблюдать все размеры "Т" после любого необходимого покрытия или оксидирования.

ПРИМЕЧАНИЕ 5—Для удаления острых кромок, следует уменьшить толщину покрытия или удалить задиры и заусенцы, возникшие в ходе работы, кромки образца можно притупить, сняв фаску или скруглив, однако данная обработка не должна быть более 0,020 дюйма (0,5 мм).

РИС. X1.2 ТИПОВЫЕ ПЯТИСТУПЕНЧАТЫЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ



БЕЗ СОБЛЮДЕНИЯ МАСШТАБА

ТАБЛИЦА С РАЗМЕРАМИ

	Стандартный эталон США, дюймы		Метрический эталон 4A, мм		Метрический эталон 4B, мм	
Обозначение	Размер	Допуск	Размер	Допуск	Размер	Допуск
T_1	0,100	0,001	2,50	0,02	2,00	0,02
T_2	0,200	0,001	5,00	0,02	4,00	0,02
T_3	0,300	0,001	7,50	0,02	6,00	0,02
T_4	0,400	0,001	10,00	0,02	8,00	0,02
T_5	0,500	0,001	12,50	0,02	10,00	0,02
L	0,75	0,02	20,0	0,5	20,00	0,5
W	0,75	0,05	20,0	1,0	20,00	1,0

ПРИМЕЧАНИЕ 1—Следует использовать указанный материал.

ПРИМЕЧАНИЕ 2—Квалитет поверхности: "T" шероховатость Ra 32 мкдюйма (0,8 мкм) макс. Другие поверхности Ra 63 мкдюйма (1,6 мкм) макс.

ПРИМЕЧАНИЕ 3—Расположение дополнительного отверстия диаметром 1/16 дюймов (1,5 мм), применяемого для укрепления эталона во время покрытия; центрального 1/16 дюймов (1,5 мм) от кромок эталона.

ПРИМЕЧАНИЕ 4—Следует соблюдать все размеры "T" после любого необходимого покрытия или оксидирования.

Примечание 5—Для удаления острых кромок, следует уменьшить толщину покрытия или удалить задиры и заусенцы, возникшие в ходе работы, кромки эталона можно притупить, сняв фаску или скруглив, однако данная обработка не должна быть более 0,020 дюйма (0,5 мм).

СТАТЬЯ 24 СТАНДАРТЫ НА ДЕФЕКТОСКОПИЮ МЕТОДОМ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

A08

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ (ОБЩИЙ МЕТОД ИСПЫТАНИЯ В БОМБЕ)

SD-129

[Идентичен ASTM D 129-00 (R2005)] (Настоящая спецификация составлена только в единицах СИ.)

1. Область применения

1.1 Настоящий метод испытания распространяется на определение содержания серы в нефтепродуктах, включая смазочные масла, содержащие присадки, концентрированные присадки и консистентные смазки, которые невозможно полностью сжечь в лампе с фитилем. Настоящий метод применяется к любым нефтепродуктам, обладающим достаточно низкой летучестью для того, чтобы их можно было бы точно взвесить в открытой лодочке для проб, а также нефтепродуктам, содержащим, как минимум, 0,1% серы.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Настоящий метод не применяется к пробам, содержащим элементы, которые дают осадок, помимо сульфата бария, нерастворимого в разбавленной соляной кислоте, и могут создать помехи на этапе осаждения. Эти мешающие элементы включают в себя железо, алюминий, кальций, кремний и свинец, которые иногда присутствуют в смазках, присадках для смазочного масла или присадочных маслах. Другими нерастворимыми в кислоте материалами, которые мешают процессу, являются кварц, дисульфид молибдена, асбест, слюда и т.д. Метод испытания не применяется к отработанным маслам, содержащим выкрошившиеся в результате износа частицы металла, а также свинец или силикаты, попавшие в результате загрязнения. Исключенные образцы могут быть подвергнуты анализу по Методу испытания D 1552.

1.2 *Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем, касающихся техники безопасности и охраны труда, при их наличии, которые связаны с его применением. Пользователь стандарта несет ответственность за внедрение соответствующей практики по охране труда и технике безопасности. До начала использования стандарта он должен определиться с применением ограничений, налагаемых нормативно-технической документацией.* Конкретные указания по мерам предосторожности, являющиеся частью настоящего метода испытания, - см. в п.3.2.

2. Нормативно-справочная документация

2.1 *Стандарты ASTM:*

D 1193 Спецификация на воду лабораторного назначения (Specification for Reagent Water)

D 1552 Метод испытания по определению содержания серы в нефтепродуктах (метод испытания при высоких температурах) (Test Method for Sulfur in Petroleum Products (High-Temperature Method)

D 6299 Методика применения статистических методов обеспечения качества к оценке рабочих характеристик аналитической системы измерения (Practice for Applying Statistical Quality Assurance Techniques to Evaluate Analytical Measurement System Performance)

E 144 Методика безопасного использования кислородных бомб для сжигания (Practice for Safe Use of Oxygen Combustion Bombs)

3. Краткое содержание метода испытания

3.1 Проба окисляется путем сжигания в бомбе, содержащей кислород под давлением. Сера в виде сульфата в смыве бомбы с помощью гравиметрического метода определяется в качестве сульфата бария.

3.2 Осторожно — *Строгое соблюдение всех требований, заданных ниже, предупреждает возникновение взрывного разрушения бомбы или разрыва при условии, что бомба имеет правильную конструкцию и строение и находится в хорошем механическом состоянии. Однако, желательно, чтобы бомба была закрыта щитком из листовой стали толщиной, как минимум, 13 мм, или чтобы аналогичная защита была предусмотрена на случай непредвиденных обстоятельств.*

4. Аппаратура и материалы

4.1 *Бомба,* емкостью не менее 300 мл, конструкция которой обеспечивает герметичность во время испытания и простоту количественного отбора жидкостей из бомбы.

Внутренняя поверхность бомбы может быть изготовлена из нержавеющей стали или любого другого материала, на который не повлияет на процесс сжигания или состав продуктов горения. Материалы, используемые при сборке бомбы, например, верхняя прокладка и изоляция подводящего провода, должны быть стойкими к тепловому или химическому воздействию, и не должны вступать в реакцию, которая повлияет на содержание серы в жидкости внутри бомбы.

4.2 *Чаша для проб,* платиновая, с наружным диаметром днищевой части 24 мм, с наружным диаметром верхней части 27 мм, высотой 12 мм снаружи и весом от 10 до 11 г.

4.3 *Провод цепи зажигания,* платиновый, калибр B&S (калибр Брауна и Шарпа) № 26, 0,41 мм (0,016 дюйма), 27 SWG (стандартный калибр проволоки) или подобный. **(Осторожно** — Выключатель цепи зажигания должен оставаться открытым за исключением случаев, когда он удерживается в закрытом положении оператором.)

4.4 *Цепь зажигания,* способная подавать ток, достаточный для поджига хлопчатобумажного фитиля или нейлоновой нити без плавления провода. Ток должен подаваться от понижающего трансформатора или от соответствующего аккумулятора.

4.5 *Хлопковая фитильная или нейлоновая швейная нитка,* белая.

5. Реактивы и материалы

5.1 *Чистота реактивов* — При проведении испытаний должны использоваться химические вещества класса реактивов. Если нет других указаний, подразумевается, что все реактивы должны удовлетворять техническим требованиям Комитета по реактивам для анализов Американского химического общества там, где такие технические требования применимы. Могут быть использованы другие классы, при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты реактива, позволяющей использовать его без снижения точности анализа.

5.2 *Чистота воды* — При отсутствии иных указаний, вода, на которую делаются ссылки, должна обозначать воду, соответствующую Типу II или III Спецификации D 1193.

5.3 *Раствор хлорида бария* (85 г/литр) — Растворить 100 г дигидрата хлорида бария ($BaCl_2 \cdot 2H_20$) в дистиллированной воде и довести объем до 1 литра.

5.4 *Бромная вода (насыщенная).*

5.5 *Соляная кислота (удельный вес 1,19)* — Концентрированная соляная кислота (HC1).

5.6 *Кислород,* не содержащий горючих материалов и серных соединений, доступный под давлением 41 кгс/см^2 (40 атм).

5.7 *Раствор карбоната натрия* (50 г/литр) — Растворить 135 г декагидрата карбоната натрия ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) или его эквивалентную массу в дистиллированной воде и разбавить до 1 литра.

5.8 *Белое масло, патент США, или вазелиновое масло, Британский патент*, *или эквивалентное.*

5.9 *Пробы контроля качества (QC)* предпочтительно представляют собой части одного или более жидких нефтепродуктов, которые являются устойчивыми и представляют рассматриваемые образцы. Эти образцы QC могут быть использованы для проверки обоснованности применения процесса испытания, как описано в Разделе 10.

6. Процедура

6.1 *Подготовка бомбы и пробы* — Отрезать часть провода цепи зажигания длиной 100 мм. Смотать средний участок (около 20 мм) и присоединить свободные концы к выходам. Расположить бунт таким образом, чтобы он находился над одной стороной чаши для проб и был направлен к ней. Между двумя петлями бунта вставить фитиль из хлопковой или нейлоновой нитки такой длины, чтобы один конец опускался в чашу для проб. Поместить около 5 мл раствора Na_2CO_3 в бомбу (Примечание 2) и повернуть бомбу таким образом, чтобы ее внутренняя поверхность была смочена раствором. Введите в чашу количество пробы и белого масла (Примечание 3 и 4), заданное в следующей таблице, взвешивая пробу с точностью до 0,2 мг (при использовании белого масла, размешать смесь кварцевым прутком небольшой длины и оставить пруток в чаше для проб во время сжигания).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — После многократного использования бомбы для определения содержания серы, на внутренней поверхности можно обнаружить пленку. Эта матировка может быть удалена путем периодической полировки бомбы. Удовлетворительным способом очистки является обработка бомбы в токарном станке приблизительно при 300 об/мин и полировка внутренней поверхности шкуркой с зернистостью 2/0 или подобной, покрытой легким машинным маслом для предотвращения образования борозд, а затем неабразивной пастой, состоящей из сесквиоксида хрома и воды. С помощью этого способа можно практически полностью удалить очень глубокие выемки и отполировать поверхность до блеска. Перед использованием бомбу необходимо вымыть водой с мылом для удаления масла или пасты после полировки.

6.1.1 Осторожно — Не использовать пробу и белое масло или другое горючее вещество с низким содержанием серы общей массой более 1,0 г или более 0,8 г, если применяется бомба IP 12 (с защитой от попадания).

Содержание серы, %	Масса пробы, г	Масса белого масла, г
5 или менее	0,6 – 0,8	0,0
Более 5	0,3 – 0,4	0,3 – 0,4

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Использование проб, содержащих более 20 мг хлора, может привести к коррозии бомбы. Во избежание этого, рекомендуется, чтобы вес проб, содержащих более 2% хлора, основывался на содержании хлора согласно следующей таблице:

Содержание хлора, %	Масса пробы, г	Масса белого масла, г
2 – 5	0,4	0,4
Более 5 – 10	0,2	0,6
Более 10 – 20	0,1	0,7
Более 20 – 50	0,05	0,7

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Если проба плохо смешивается с белым маслом, то она может быть заменена каким-нибудь другим горючим разжижителем с низким содержанием серы. Однако общий вес пробы и нелетучего разжижителя не должен превышать 1,0 г или быть более 0,8 г, если используется бомба с защитой IP 12.

6.2 *Добавление кислорода* — Установить чашу для проб в необходимое положение и поместить хлопковый

жгут или нейлоновую нитку таким образом, чтобы один конец погружался в пробу. Собрать бомбу и плотно закрыть крышку. **(Осторожно** — Не добавлять кислород или не поджигать пробу, если бомбу трясли, роняли или наклоняли.) Медленно подавайте кислород (во избежание выдувания масла из чаши) до тех пор, пока не будет достигнуто давление, заданное в следующей таблице:

Емкость бомбы, мл	Мин. манометрическое давление * кгс/см2 (атм)	Макс. манометрическое давление * кгс/см2 (атм)
300 - 350	39 (38)	41(40)
350 - 400	36 (35)	38 (37)
400 - 450	31 (30)	33(32)
450 - 500	28 (27)	30 (29)

[A] Значения минимального давления задаются для обеспечения уровня кислорода, достаточного для завершения сжигания, а значения максимального давление задаются для обеспечения безопасности.

6.3 *Сжигание* — Погрузить бомбу в ванну с холодной дистиллированной водой. Подсоединить выводы к разомкнутой электрической цепи. Замкнуть цепь для поджигания пробы. **(Осторожно** — Не ходить рядом с бомбой, пока не пройдет, как минимум, 20 секунд с момента поджигания.) Извлечь бомбу из ванны спустя, как минимум, 10 минут после погружения. Медленно равномерно стравить давление с такой скоростью, чтобы вся операция заняла не менее 1 минуты. Открыть бомбу и исследовать содержимое. При обнаружении следов несгоревшего масла или темных отложений, откажитесь от результатов испытания и тщательно очистите бомбу перед ее повторным использованием (Примечание 2).

6.4 *Сбор серного раствора* — Промыть внутреннюю часть бомбы, чаши для масла и внутреннюю поверхность крышки бомбы тонкой струей воды и собрать смывы в химический стакан на 600 мл с отметкой для обозначения 75 мл. Удалить любые осадки из бомбы с помощью резинового скребка. Промывать основание выводов до тех пор, пока смывы не станут нейтральными к индикаторному метиловому красному. Добавить 10 мл насыщенной бромной воды к смывам в химическом стакане. (Объем смывов обычно превышает 300 мл.) Поместить чашу для проб в химический стакан на 50 мл. Добавить 5 мл насыщенной бромной воды, 2 мл HCl и некоторое количество воды для того, чтобы заполнить чашу. Нагреть содержимое химического стакана до температуры чуть ниже точки его кипения и выдержать в течение 3 или 4 минут, затем добавить в химический стакан, содержащий смывы бомбы. Тщательно вымыть водой чашу для проб и химический стакан на 50 мл. Удалить любые осадки из чаши с помощью резинового скребка. Добавить смывы из чаши и химического стакана на 50 мл, а также осадки, при наличии, в химический стакан на 600 мл со смывами бомбы. Не фильтровать смывы, так как в результате фильтрования удаляется вся сера, присутствующая как нерастворимый материал.

6.5 *Определение содержания серы* — Выпарить смешанные смывы на горячей плите или другом источнике тепла до 200 мл. Отрегулировать подачу теплоты таким образом, чтобы обеспечить медленное кипение раствора, и добавить 10 мл раствора $BaCl_2$ либо тонкой струей, либо каплями. Помешивать раствор при добавлении и в течение 2 минут после этого. Накрыть химический стакан рифленым стеклом и обеспечить медленное кипение раствора до тех пор, пока он не выпарится до объема, составляющего приблизительно 75 мл согласно отметке на химическом стакане. Снять химический стакан с горячей плиты (или другого источника тепла) и дать ему остыть в течение 1 часа перед фильтрованием. Отфильтровать надосадочную жидкость через беззольную фильтровальную бумагу (Примечание 5). Промыть осадок водой, сначала путем отмучивания, а затем на фильтре до тех пор, пока он не очистится от хлора. Перенести бумагу и осадок во взвешенный тигель и высушить (Примечание 6) путем нагревания при небольшой температуре до тех пор, пока не выпарится влага. Полностью обуглить бумагу без поджигания, и, наконец, сжигать ее при температуре ярко-красного каления до тех пор, пока осадок не станет белого цвета. После того, как сжигание будет закончено, дать тиглю остыть при комнатной температуре и взвесить.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Взвешенный фарфоровый фильтрующий тигель (тип Selas) с пористостью 5 – 9 мкм может быть использован вместо фильтровальной бумаги. В этом случае, осадок промывается до тех пор, пока он не очистится от хлора, и затем высушивается до постоянного веса при 500 ±25°C.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — Удовлетворительным способом сушки, обугливания и сжигания бумаги и осадка является помещение тигля, содержащего влажную фильтровальную бумагу, в холодную электрическую муфельную печь и подача тока. Сушка, обугливание и сжигание обычно происходят с нужной скоростью.

6.6 Холостое определение — Выполнять холостое определение всякий раз, когда используются новые реактивы, белое масло или другой горючий материал с низким содержанием серы. При выполнении холостого определения на белом масле, необходимо использовать от 0,3 до 0,4 г и следовать обычной процедуре.

7. Расчет

7.1 Рассчитать содержание серы в пробе следующим образом:

$$\text{Сера, процент по весу} = (P - B)13{,}73/W \quad (1)$$

где:

P = вес $BaSO_4$ в граммах, полученный из пробы,
B = вес $BaSO_4$ в граммах, полученный из заготовки, и
W = вес используемой пробы в граммах.

8. Протокол

8.1 Вносить результаты испытания в протокол с точностью до 0,01%.

9. Точность и погрешность

9.1 Неизвестно, была ли точность данного испытания определена в соответствии с ныне принятыми нормативами (например, в Отчете об исследовании D02-1007).

9.1.1 *Повторяемость* — Разность между двумя последовательными результатами испытаний, полученными одним оператором на одном и том же оборудовании при постоянных рабочих условиях с идентичным проверяемым материалом, в длительном режиме работы, при нормальном и правильном ходе испытаний согласно методике испытаний, превышает указанное значение только в одном случае из двадцати.

9.1.2 *Воспроизводимость*—Разность между двумя одиночными и независимыми результатами испытаний, полученными различными операторами, работающими в разных лабораториях с идентичным испытательным материалом, в длительном режиме работы, при нормальном и правильном ходе испытаний согласно методике испытаний, превышает указанное значение только в одном случае из двадцати:

Сера, вес %	Повторяемость	Воспроизводимость
0,1 - 0,5	0,04	0,05
0,5 - 1,0	0,06	0,09
1,0 - 1,5	0,08	0,15
1,5 - 2,0	0,12	0,25
2,0 - 5,0	0,18	0,27

ПРИМЕЧАНИЕ 7 — Точность, представленная в таблице выше, не применяется к пробам, содержащим более 2% хлора, так как на объем пробы, который может быть сожжен, накладывается дополнительное ограничение.

ПРИМЕЧАНИЕ 8 — Настоящий метод испытания был применен совместно только в диапазоне содержания серы от 0,1 до 5,0%.

ПРИМЕЧАНИЕ 9 — Следующая информация о точности настоящего метода была получена Институтом нефти (Лондон):

(a) Результаты повторных испытаний не должны отличаться более чем на следующие значения:

Повторяемость	Воспроизводимость
0,016 *x* + 0,06	**0,037 *x* + 0,13**

где *x* это среднее значение результатов дублированных испытаний**.**

(b) Эти значения точности были получены в 1960 году с помощью статистического исследования результатов межлабораторных испытаний. Для концентрированных присадок никаких ограничений не было установлено.

9.2 *Погрешность* — Было обнаружено, что результаты, полученные в одной лаборатории с помощью Метода испытания D 129, проводимого на Стандартном исходном материале НИСТ под номерами 1620A, 1621C и 1662B, на 0,05 % превышали допустимые исходные значения.

10. Контроль качества

10.1 Подтвердить рабочие характеристики КИП или методику испытания путем исследования пробы для контроля качества (см. п. 5.9).

10.1.1 Если протоколы контроля качества (QC)/Обеспечения качества (QA) уже оформлены на испытательном объекте, то они могут быть использованы для подтверждения достоверности результата испытания.

10.1.2 Если протокол QC/QA не установлен на испытательном объекте, то Приложение XI может быть использовано в качестве системы QC/QA.

11. Ключевые слова

11.1 бомба; сера

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Информация для сведения)

XI. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

X1.1 Подтвердить рабочие характеристики КИП или методику испытания путем исследования пробы контроля качества (QC).

X1.2 Перед контролем процесса измерений, пользователь метода испытания должен определить среднее значение и контрольные пределы пробы QC (см. Методику D 6299 и Руководство 7).

X1.3 Внести результаты QC в протокол и изучить их с помощью контрольных карт или других статистически эквивалентных способов для установления статуса статистического контроля всего процесса испытания (см. Методику D 6299 и Руководство 7). Любые неподконтрольные данные должны послужить сигналом для начала исследования с целью выявления основной причины.

X1.4 При отсутствии явных требований в методе испытания, частота испытания QC зависит от критичности измеряемого качества, продемонстрированной стабильности процесса испытания и требований заказчика. Как правило, проба QC исследуется каждый испытательный день с помощью стандартных образцов. Частота QC должна возрастать, если регулярно исследуется большое количество проб. Однако если обнаруживается, что испытание находится под статистическим контролем, то частота испытания QC может быть уменьшена. Точность пробы QC должна быть проверена на соответствие точности Метода ASTM с целью обеспечения качества информации.

X1.5 Рекомендуется, чтобы, по возможности, тип пробы QC, которая постоянно испытывается, представлял собой регулярно исследуемый материал. Большой запаса материала для пробы QC должен обеспечиваться на установленный период использования и должен быть однородным и устойчивым при предполагаемых условиях хранения. Дальнейшие указания по QC и технологиям составления контрольных карт - см. в Методике D 6299 и Руководстве 7.

07

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СУЛЬФАТ-ИОНОВ В ВОДЕ

SD-516

(Идентичен ASTM D 516-02)

1. Область применения

1.1 Настоящий турбидиметрический метод распространяется на определение содержания сульфат-ионов (SO_4^-) в воде в диапазоне от 1 мг/л до 40 мг/л.

1.2 Настоящий метод испытания был успешно применен для питьевой, грунтовой и поверхностной воды. Пользователь отвечает за обоснование применения настоящего метода испытания для воды с непроверенной матрицей.

1.3 Прежние гравиметрические и волюмометрические методы испытания больше не применяются. Информацию за прошлые годы – см. в Приложении XI.

1.4 *Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем, связанных с техникой безопасности и охраной труда, при их наличии, которые связаны с его применением. Пользователь стандарта несет ответственность за внедрение соответствующей практики по охране труда и технике безопасности. До начала использования стандарта он должен определиться с применением ограничений, налагаемых нормативно-технической документацией.*

2. Нормативно-справочная документация

2.1 *Стандарты ASTM:*

D 1066 Методика отбора пробы пара (Practice for Sampling Steam)

D 1129 Терминология, имеющая отношение к воде (Terminology Relating to Water)

D 1192 Спецификация на оборудование для отбора проб воды и пара в закрытых трубопроводах (Specification for Equipment for Sampling Water and Steam in Closed Conduits)

D 1193 Спецификация на воду для лабораторных исследований (Specification for Reagent Water)

D 2777 Методика определения точности и погрешности применяемых методов Комитета D-19 в отношении воды (Practice for Determination of Precision and Bias of Applicable Methods of Committee D-19 on Water)

D 3370 Методика отбора проб воды из закрытых трубопроводов (Practices for Sampling Water from Closed Conduits)

D 5847 Методика разработки технических требований по контролю качества для Стандартных испытательных методов проведения анализа воды (Practice for Writing Quality Control Specifications for Standard Test Methods of Water Analysis)

E 60 Практика применения фотометрического и спектрофотометрического метода для химического анализа металлов (Practice for Photometric and Spectrophotometric Methods for the Chemical Analysis of Metals)

E 275 Практика работы ультрафиолетового и оптического спектрофотометра, а также спектрофотометра ближней инфракрасной области спектра в описательном и измерительном режиме (Practice for Describing and Measuring Performance of Ultraviolet, Visible, and Near Infrared Spectrophotometers)

3. Терминология

3.1 *Определения* — Определения терминов, использованных в настоящем документе – см. в Терминологии D 1129.

4. Краткое содержание метода испытания

4.1 Сульфат-ион при контролируемых условиях превращается в суспензию сульфата бария. Раствор, содержащий глицерин и хлорид натрия, добавляется для стабилизации суспензии и сведения помех к минимуму. Результирующая мутность измеряется нефелометром, спектрофотометром или фотоэлектрическим колориметром и сопоставляется с кривой, подготовленной по результатам стандартных растворов сульфата.

5. Важность и использование

5.1 Определение содержания сульфата является важным процессом, так как известно, что наличие данного иона в питьевой воде в объеме, превышающем приблизительно 250 мг/л, в присутствии натрия и марганца вызывает слабительное действие (особенно у детей) и придает воде неприятный вкус.

6. Помехи

6.1 Нерастворимые взвешенные вещества должны быть удалены из пробы. Темные цвета, которые не могут быть компенсированы в процессе, мешают измерению содержания взвешенного сульфата бария ($BaSO_4$).

6.2 Полифосфаты даже в объеме 1 мг/л препятствуют выпадению осадка сульфата бария, вызывая негативную интерференцию. Фосфонаты, присутствующие в небольшой концентрации, в зависимости от типа фосфоната, также будут вызывать негативную интерференцию. Кварц, содержание которого превышает 500 мг/л, может выпасть в осадок вместе с

даться при температуре 4°C в течение времени, когда ожидается появление таких бактерий.

6.3 Хотя выяснено, что другие ионы, обычно содержащиеся в воде, не мешают, образование суспензии сульфата бария является весьма критическим процессом. Измерения, которые вызывают сомнение, в некоторых случаях могут быть проверены с помощью гравиметрического метода или согласно процедуре, предложенной в Примечании 2.

7. АППАРАТУРА

7.1 *Фотометр* — Один из представленных ниже приборов, которые заданы в порядке предпочтительности.

7.1.1 Нефелометр или турбидиметр;

7.1.2 Спектрофотометр для использования при 420 нм со световым путем длиной от 4 до 5 см;

7.1.3 Фильтровальный фотометр с фиолетовым фильтром, максимумом, составляющим около 420 нм, и световым путем длиной от 4 до 5 см.

7.2 *Секундомер,* если магнитная мешалка не оснащена точным таймером.

7.3 *Мерная ложка,* емкость от 0,2 до 0,3 мл.

7.4 Фильтровальные фотометры и фотометрические методики, установленные в настоящем методе испытаний, должны соответствовать Практике E 60; методики применения спектрофотометров должны соответствовать Практике E275.

8. РЕАКТИВЫ

8.1 *Чистота реактивов* — При проведении всех испытаний должны использоваться химические вещества класса реактивов. Если нет других указаний, подразумевается, что все реактивы должны удовлетворять техническим требованиям Комитета по реактивам для анализов Американского химического общества. Могут быть использованы другие классы, при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты реактива, позволяющей использовать его без снижения точности анализа.

8.2 *Чистота воды* — Если нет других указаний, то вода, на которую делается ссылка, должна означать воду для лабораторных исследований, соответствующую Спецификации D 1193, Тип I. Другие типы воды для лабораторных исследований могут применяться при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты воды, позволяющей использовать ее без оказания отрицательного воздействия на точность и погрешность метода испытания. Вода II типа была задана во время проведения межлабораторной проверки настоящего метода испытания.

8.3 *Хлорид бария* — Кристаллы хлорида бария ($BaCl_2{*}2H_20$), отсортированные до кристаллов, проходящих через сито с номером от 20 до 30. Чтобы приготовить его в лаборатории, необходимо разбросать кристаллы по поверхности большого часового стекла, высушить в течение 24 часов, отсортировать для удаления всех кристаллов, не соответствующих номерам сита от 20 до 30, и хранить в чистой сухой банке.

8.4 *Обрабатывающий реактив* — Поместить 30 мл концентрата соляной кислоты (HCl, удельный вес 1,19), 300 мл воды для лабораторных исследований, 100 мл 95%-ного этанола или изопропанола и 75 г хлорида натрия (NaCl) в сосуд. Добавить 50 мл глицерина и перемешать.

8.5 *Раствор сульфата, стандартный* (1 мл = 0,100 мг SO_4) — Растворить 0,1479 г безводного сульфата натрия (Na_2SO_4) в воде и разбавить водой до 1 л в мерной колбе.

9. ОТБОР ПРОБ

9.1 Отбирать пробы в соответствии с Методикой D 1066, Спецификацией D 1192 и Методиками D 3370, зависимости от того, что применяется.

10. КАЛИБРОВКА

10.1 Следовать процедуре, заданной в Разделе 11, используя необходимое количество стандартного раствора сульфата, приготовленного согласно п. 8.5, и подготовить калибровочную кривую, отражающую данные о содержании иона сульфата в миллиграммах на литр, нанесенные по соответствующим индикациям фотометра (Примечание 1). Приготовить эталоны путем разбавления водой в мерных колбах 0,0, 2,0, 5,0, 10,0, 15,0, 20,0, 30,0 и 40,0 мл стандартного раствора сульфата до объемов, составляющих 100 мл. Эти растворы будут содержать концентраты ионов сульфата в объемах 0,0, 2,0, 5,0, 10,0, 15,0, 20,0, 30,0 и 40,0 мг/л (промилле) соответственно.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Для каждого фотометра должна подготавливаться отдельная калибровочная кривая; новая кривая должна подготавливаться при возникновении необходимости изменить ячейку, лампу или фильтр или же в случае использования других приборов или реактивов. Проверить кривую для каждого ряда испытаний с помощью двух или более растворов с известными концентрациями сульфата.

11. ПРОЦЕДУРА

11.1 Отфильтровать пробу, если она мутная, и отрегулировать температуру таким образом, чтобы она была в диапазоне от 15°C до 30°C.

11.2 Отобрать пипеткой 100 мл или менее чистой пробы, содержащей ион сульфата в объеме от 0,5 до 4 мг, в химический стакан на 250 мл (Примечание 2). Разбавить водой до 100 мл, при необходимости, и добавить 5,0 мл кондиционирующего реактива (Примечание 1).

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Степень растворимости $BaSO_4$ является такой, что при определении концентраций сульфата менее 5 мг/л (промилле), можно испытать трудности. Это можно преодолеть путем концентрирования пробы или добавления 5 мл стандартного раствора сульфата (1 мл = 0,100 мг SO_4^{--}) к пробе перед доведением объема до 100 мл. Это приведет к добавлению в пробу 0,5 мг SO_4, который необходимо вычесть из окончательного результата.

11.3 Перемешать в мешалке.

ТАБЛИЦА 1
СТАНДАРТНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ДЛЯ МЕЖЛАБОРАТОРНОГО УЛАВЛИВАНИЯ СУЛЬФАТА В ВОДЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (А) ОДНИМ (S_T-) И НЕСКОЛЬКИМИ ОПЕРАТОРАМИ (S_0)

Среднее значение концентрации ($\bar{x}$), мг/л	Стандартное отклонение, мг/л	
	S_T	S_0
6,6	0,5	0,1
20,4	1,0	0,4
63,7	2,5	1,3

ПРИМЕЧАНИЕ:
(А) Метод испытания является линейным до 40 мг/л. Испытание на уровне 63,9 было проведено посредством разбавления согласно процедуре, описанной в п. 11.2.

11.4 Во время перемешивания раствора, добавить полную мерную ложку кристаллов $BaCl_2$ (0,3 г) и сразу начать отсчет времени.

11.5 Перемешивать ровно 1,0 минуту при постоянной скорости.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Перемешивание должно осуществляться при постоянной скорости во время всех измерений. Использование магнитной мешалки для этой цели было признано удовлетворительным.

11.6 Сразу после завершения размешивания, вылить раствор в ячейку и измерять мутность в течение 4 минут с интервалами в 30 секунд. Внести в протокол максимальное значение, полученное за этот период времени.

11.7 Если проба имеет цвет или мутность, выполнить холостое определение в соответствии с процедурой, представленной в п. 11.2 - 11.6, без добавления хлорида бария.

11.8 Если ожидается интерференция, разбавить пробу напополам с водой и снова определить концентрацию сульфата. Если значение, определенное таким образом, равняется половине значения, полученного в неразбавленной пробе, то можно считать, что интерференция отсутствует.

12. РАСЧЕТ

12.1 Перевести индикация фотометра в отношении иона сульфата (SO_4^{--}), полученные на пробе, в миллиграммы на литр с помощью калибровочной кривой, описанной в Разделе 10.

13. ТОЧНОСТЬ И ПОГРЕШНОСТЬ

13.1 Информация о точности и погрешности настоящего метода испытания отвечает требованиям Методики D 2777-86.

13.2 Точность метода испытания при одном и нескольких операторах, в пределах установленного диапазона, меняется для испытываемого объема согласно Таблице 1 для воды для лабораторных исследований и Таблице 2 для питьевой, грунтовой и поверхностной воды.

13.2.1 Семь лабораторий принимали участие в межлабораторном испытании на трех уровнях три раза, проведя в итоге 21 наблюдение на каждом уровне для воды для лабораторных исследований и матричной воды (питьевой, грунтовой и поверхностной).

ТАБЛИЦА 2
СТАНДАРТНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ДЛЯ МЕЖЛАБОРАТОРНОГО УЛАВЛИВАНИЯ СУЛЬФАТА В ПИТЬЕВОЙ, ГРУНТОВОЙ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОДЕ (А) ОДНИМ (S_R) И НЕСКОЛЬКИМИ ОПЕРАТОРАМИ(S_0)

Среднее значение концентрации ($\bar{x}$), мг/л	Стандартное отклонение, мг/л	
	S_T	S_0
6,9	0,7	0,5
20,2	2,2	1,8
63,3	4,5	1,6

ПРИМЕЧАНИЕ:
(А) Метод испытания является линейным до 40 мг/л. Испытание на уровне 63,9 было проведено посредством разбавления согласно процедуре, описанной в п. 11.2.

ТАБЛИЦА 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ (А)

	Добавленное количество, мг/л	Обнаруженное количество, мг/л	±Погрешность	±Погрешность в %	Статистически существенна при 5% уровне (при ±0,05)
Вода для лабораторных исследований	20,8	20,4	-0,4	-1,9 %	нет
	63,90 (А)	63,7(А)	-0,2	-0,2 %	нет
	7,0	6,6	-0,4	-5,3 %	нет
Питьевая и поверхностная вода	20,8	20,2	-0,6	-2,7 %	нет
	63,90(А)	63,3(А)	-0,6	-0,9 %	нет
	7,0	6,9	-0,1	-1,8 %	нет

ПРИМЕЧАНИЕ:
(А) Метод испытания является линейным до 40 мг/л. Испытание на уровне 63,9 было проведено посредством разбавления согласно процедуре, описанной в п. 11.2.

13.3 Выделение известных объемов сульфата из воды для лабораторных исследований, а также питьевой, грунтовой и поверхностной воды должно соответствовать данным Таблицы 3.

13.3.1 Данные для оценки погрешности метода испытания посредством применяемого интервала концентрации можно обнаружить в Таблице 4.

13.3.2 Эти объединенные данные испытаний были получены на воде класса реактивов, а также природных водах. В отношении других матриц эти данные не могут применяться.

13.4 Точность и погрешность настоящего метода испытаний соответствует Методике D 2777-86, которая действовала во время проведения совместного испытания. С учетом допусков, установленных в п. 1.4 Методики D 2777-98, эти данные о точности и погрешности действительно отвечают существующим требованиям, предъявляемым к межлабораторным исследованиям методов испытаний, проведенных Комитетом D19.

ТАБЛИЦА 4
СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ УЛОВЛЕННОГО СУЛЬФАТА ПО СРАВНЕНИЮ С КОНЦЕНТРАЦИЕЙ, ДОБАВЛЕННОЙ С ОБЩИМ СТАНДАРТНЫМ ОТКЛОНЕНИЕМ, ПРЕДСТАВЛЕННЫМ ДЛЯ МЕЖЛАБОРАТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УЛАВЛИВАНИЯ СУЛЬФАТА В ВОДЕ КЛАССА РЕАКТИВА, А ТАКЖЕ ПИТЬЕВОЙ, ГРУНТОВОЙ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ВОДЕ (A)

Добавленный сульфат, мг/л	Среднее значение уловленного сульфата ($\bar{x}$), мг/л	
	вода класса реактива (S_T)	Матричная вода (S_0)
7,0	6,6 (0,5)	6,9 (0,7)
20,8	20,4 (1,0)	20,2 (2,2)
63,9	63,7 (2,5)	63,3 (4,5)

ПРИМЕЧАНИЕ:
(A) Метод испытания является линейным 40 мг/л. Испытание на уровне 63,9 было проведено посредством разбавления согласно процедуре, описанной в п. 11.2.

14. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА (QC)

14.1 Следующая информация о контроле качества рекомендуется для определения содержания ионов сульфата в воде.

14.1.1 КИП должен быть откалиброван с использованием, как минимум, четырех стандартов на калибровку и калибровочного холостого определения. Коэффициент корреляции калибровки должен составлять 0,990 или превышать это значение. В дополнение к первоначальному калибровочному холостому определению, калибровочное холостое определение должно быть проведено в конце партии для того, чтобы гарантировать, что во время анализа партии загрязнения не было.

14.1.2 Эталон для проверки КИП следует проверять с минимальной частотой в 10 %, на всем протяжении анализа партии. Значение эталона для проверки КИП должно иметь величину в диапазоне от 80% до 120% фактического значения.

14.1.3 Две холостых пробы должны быть приготовлены для метода, обеспечивая достаточный объем холостой пробы, как минимум, для семи повторных анализов. Стандартное отклонение холостой пробы для метода используется для определения минимальной обнаруживаемой концентрации каждой пробы и метода контроля над партией.

14.1.4 Лабораторная контрольная проба должна подвергаться анализу с каждой партией проб с минимальной частотой в 10%.

14.1.5 Если QC партии проб выходит за установленные контрольные пределы, необходимо подвергнуть пробы повторному анализу или сертифицировать результаты по менее жестким соответствующим требованиям, или же выполнить оба действия. (См. Методику D 5847.)

14.1.6 Холостые контрольные пробы должны быть предоставлены внешней организацией для определения возможностей лаборатории.

15. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

15.1 питьевая вода; грунтовая вода; сульфат; поверхностная вода; турбидиметрический

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

X1. ОБОСНОВАНИЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ

X1.1 *Гравиметрическое:*

X1.1.1 Настоящий метод испытания прекратили применять в 1988 году. Метод испытания можно найти в *1988 Ежегодной книге стандартов ASTM,* Том 11.01. Метод испытания был впервые издан в 1938 году.

X1.1.2 Настоящий метод распространяется на определение сульфата в воде и сточных водах. Пробы, содержащие от 20 мг/л до 100 мг/л сульфата, могут быть подвергнуты анализу.

X1.1.3 Сульфат осаждается и взвешивается в виде сульфата бария после удаления кремнезема и других нерастворимых веществ.

X1.1.4 Настоящий метод испытания перестали применять, так как недостаточное количество лабораторий заинтересовалось в принятия участия в другом совместном исследовании для получения необходимой точности и погрешности согласно требованиям, заданным в Методике D 2777.

X1.2 *Волюмометрическое;*

X1.2.1 Настоящий метод испытания перестали применять в 1988 году. Метод испытания можно найти в *1988 Ежегодной книге стандартов ASTM,* Том 11.01. Метод испытания был первоначально издан в 1959 году как метод, не являющийся экспертным и стал основным методом в 1980 году после выхода Метода испытаний D 516

X1.2.2 Настоящий метод испытания распространяется на определение сульфата в промышленной воде. Пробы, содержащие от 5 мг/л до 1000 мг/л сульфата, могут быть подвергнуты анализу.

X1.2.3 Сульфат титруется в спиртовом растворе в контролируемых кислых условиях со стандартным раствором хлорида бария, используя в качестве индикатора торин.

X1.2.4 Настоящий метод испытания перестали применять, так как недостаточное количество лабораторий пожелали принять участие в другом совместном исследовании с целью получения необходимой точности и погрешности согласно требованиям, заданным в Методике D 2777.

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРА В СВЕЖИХ И ОТРАБОТАННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАХ (МЕТОД ИСПЫТАНИЯ В БОМБЕ)

A08

SD-808

(Идентичен ASTM D 808-05)

1. Область применения

1.1 Настоящий метод испытания распространяется на определение содержания хлора в смазочных маслах и смазках, включая свежие и отработанные смазочные масла и смазки, содержащие присадки, а также в концентрированных присадках. Диапазон применяемости метода составляет от 0,1 до 50% хлора. Процедура предполагает, что соединения, содержащие галогены, помимо хлора, отсутствуют.

1.2 Предпочтительными единицами являются массовые проценты и единицы СИ. Значения, указанные в единицах системы СИ, считаются стандартными. Значения, приведенные в скобках, указаны только для сведения.

1.3 *Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем, касающихся техники безопасности и охраны труда, при их наличии, которые связаны с его применением. Пользователь стандарта несет ответственность за внедрение соответствующей практики по охране труда и технике безопасности. До начала использования стандарта он должен определиться с применением ограничений, налагаемых нормативно-технической документацией.* Необходимо проявить внимание к особым заявлениям по технике безопасности, указанным в настоящем методе испытаний.

2. Нормативно-справочная документация

2.1 *Стандарты ASTM:*

D 1193 Спецификация на воду для лабораторных исследований (Specification for reagent water)

D 4057 Методика ручного отбора проб нефти и нефтепродуктов (Practice for manual sampling of petroleum и petroleum products)

D 6299 Методика применения статистических методов обеспечения качества к оценке рабочих характеристик аналитической системы измерения (Practice for Applying Statistical Quality Assurance Techniques to Evaluate Analytical Measurement Performance)

3. Краткое содержание метода испытания

3.1 Проба окисляется путем сжигания в бомбе, содержащей кислород под давлением. **(Осторожно** — Строгое соблюдение всех требований, заданных ниже, предупреждает возникновение взрывного разрушения бомбы или разрыва при условии, что бомба имеет соответствующую конструкцию и исполнение и находится в хорошем механическом состоянии. Однако, желательно, чтобы бомба была закрыта щитком из листовой стали толщиной, как минимум, 13 мм (1/2 дюйма), или чтобы была обеспечена подобная защита от непредвиденных обстоятельств). Соединения хлора, высвобожденные таким образом, абсорбируются раствором карбоната натрия, а количество присутствующего хлора определяется гравиметрически по выпавшему в виде хлорида серебра осадку.

4. Важность и использование

4.1 Настоящий метод испытания может быть применен для измерения уровня хлорсодержащих соединений в нефтепродуктах. Это знание может быть использовано для прогнозирования рабочих или технологических характеристик рассматриваемого продукта.

4.2 Настоящий метод испытаний также может служить в качестве инструмента для оценки качества в отношении присутствия или неустановления присутствия хлора в нефтепродуктах. В свете усилий, прилагаемых промышленными предприятиями, в области производства продукции без содержания хлора, настоящий метод испытаний мог бы обеспечить информацию по уровням содержания хлора в такой продукции (при наличии).

5. Аппаратура

5.1 *Бомба,* объемом не менее 300 мл, конструкция которой обеспечивает герметичность во время испытания и простоту количественного отбора жидкостей из бомбы. Внутренняя поверхность бомбы может быть изготовлена из нержавеющей стали или любого другого материала, на который не повлияет на процесс сжигания или состав продуктов горения. Материалы, используемые при сборке бомбы, например, верхняя прокладка и изоляция подводящего провода, должны быть стойкими к тепловому или химическому воздействию, и не должны вступать в реакцию, которая повлияет на содержание хлора в жидкости внутри бомбы.

5.2 *Чаша для проб,* платиновая, с наружным диаметром днищевой части 24 мм, с наружным диаметром верхней части 27 мм, высотой 12 мм снаружи и весом от 10 до 11 г.

5.3 *Провод цепи зажигания,* платиновый, калибр B&S (калибр Брауна и Шарпа) № 26, 0,41 мм (0,016 дюйма), 27 SWG (сортамент проводов) или подобный.

5.4 *Цепь зажигания,* способная подавать ток, достаточный для поджига хлопчатобумажного фитиля или нейлоновой нити без плавления провода.

5.4.1 Выключатель цепи зажигания должен оставаться открытым за исключением случаев, когда он удерживается в закрытом положении оператором.

5.5 *Нейлоновая швейная нитка или хлопчатобумажный фитиль,* белый.

5.6 *Фильтровальный тигель,* фриттованное стекло, емкость 30 мл, средняя пористость.

6. Реактивы и материалы

6.1 *Чистота реактивов* — При проведении испытаний должны использоваться химические вещества класса реактивов. Если нет других указаний, подразумевается, что все реактивы должны удовлетворять техническим требованиям Комитета по реактивам для анализов Американского химического общества, там, где такие технические требования применимы. Могут быть использованы другие классы, при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты реактива, позволяющей использовать его без снижения точности анализа.

6.2 *Чистота воды* — При отсутствии иных указаний, вода, на которую делаются ссылки, должна обозначать воду для лабораторных исследований, соответствующую Типу II или III Спецификации D 1193.

6.3 *Азотная кислота* (1 + 1) — Смешать равное количество концентрированной азотной кислоты (HNO_3, удельный вес 1,42) и воды.

6.4 *Кислород,* не содержащий горючих материалов и галогенсодержащих соединений, доступный под давлением 41 кгс/см^2 (40 атм). **(Осторожно** — Кислород значительно ускоряет процесс горения.)

6.5 *Раствор нитрата серебра* (50 г $AgNO_3$/л) — Растворить 50 г нитрата серебра ($AgNO_3$) в воде и разбавить до 1 л.

6.6 *Раствор карбоната натрия* (50 г Na_2CO_3/л) — Растворить 50 г безводного Na_2CO_3, 58,5 г $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ или 135 г $Na_2CO_3 \cdot 10\ H_2O$ в воде и довести объем до 1 л.

6.7 *Белое масло,* очищенное.

6.8 *Пробы контроля качества (QC)* предпочтительно представляют собой части одного или более жидких нефтяных материалов, которые являются стабильными и представляют рассматриваемые образцы. Эти образцы QC могут быть использованы для проверки обоснованности применения процесса испытания, как описано в Разделе 10.

7. Отбор проб

7.1 Отобрать пробы в соответствии с рекомендациями, предоставленными в Методике D 4057.

ТАБЛИЦА 1
КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОБЫ И БЕЛОГО МАСЛА

Содержание хлора, %	Вес пробы, г	Вес белого масла, г
2 и менее	0,8	0,0
От 2 до 5, вкл.	0,4	0,4
От 5 до 10, вкл.	0,2	0,6
От 10 до 20, вкл.	0,1	0,7
От 20 до 50, вкл.	0,05	0,7

7.2 Позаботиться о том, чтобы проба всесторонне характеризовала испытываемый материал, а часть пробы, используемой для испытания, всесторонне характеризовала всю пробу.

8. Процедура

8.1 *Подготовка бомбы и пробы* — Отрезать часть провода зажигания длиной приблизительно 100 мм. Смотать средний участок (около 20 мм) и присоединить свободные концы к выводам. Расположить бунт таким образом, чтобы он находился над одной стороной чаши для проб и был направлен к ней. Вставить в бунт нейлоновую нитку или хлопчатобумажный жгут такой длины, чтобы один конец опускался в чашу для проб. Поместить около 5 мл раствора Na_2CO_3 в бомбу и с помощью резинового скребка, как можно тщательней, смочить внутреннюю поверхность бомбы, включая головку. Введите в чашу некоторое количество пробы и белого масла (Примечание 1) (**Осторожно –** Не использовать более 1 грамма общей массы пробы и белого масла или другого хлорсодержащего негорючего материала), заданное в Таблице 1 (**Осторожно** – Не добавлять кислород или не поджигать пробу, если бомбу подвергали сотрясению, роняли или наклоняли), взвешивая пробу с точностью до 0,2 мг. (При использовании белого масла, размешать смесь стеклянной палочкой небольшой длины и оставить палочку в чаше для проб во время сжигания).

8.1.1 После многократного использования бомбы для определения содержания хлора, на внутренней поверхности можно обнаружить пленку. Эта матовость может быть удалена путем периодической полировки бомбы. Удовлетворительным методом очистки является обработка бомбы в токарном станке приблизительно при 300 об/мин и полировка внутренней поверхности шкуркой с номером 2/0 или подобной, покрытой легким машинным маслом для предотвращения образования бороздок, а затем неабразивной пастой, состоящей из оксида хрома и воды. С помощью этого способа можно практически полностью удалить очень глубокие канавки и отполировать поверхность до блеска. Перед использованием бомбу необходимо вымыть водой с мылом для удаления масла или пасты после полировки. Бомбы с пористой или изъеденной поверхностью использовать нельзя, т.к. в них от пробы к пробе накапливается хлор.

8.1.2 Если проба трудно смешивается с белым маслом, то вместо белого масла может быть использован какой-нибудь другой нелетучий горючий разжижитель, не содержащий хлора. Однако общий вес пробы и

ТАБЛИЦА 2 ЗНАЧЕНИЯ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Емкость бомбы, мл	Мин. манометрическое давление [A], кгс/см^2 (атм)	Макс манометрическое давление [A], кгс/см^2 (атм)
300 - 350	39 (38)	41 (40)
350 - 400	36 (35)	38 (37)
400 - 450	31 (30)	33 (32)
450 - 500	28 (27)	30 (29)

[A] Минимальные значения давления задаются для обеспечения уровня кислорода, достаточного для завершения горения, а значения максимального давления задаются для обеспечения безопасности.

нелетучего разжижителя не должен превышать 1 г. Некоторые твердые присадки являются относительно нерастворимыми, но могут быть удовлетворительно сожжены, если будут покрыты слоем белого масла. **(Осторожно** — Не использовать более 1 г общей массы пробы и белого масла или другого материала, не содержащего масла.)

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — По возможности, следует избегать попеременного использования проб с высоким и низким содержанием хлора. Со стенок бомбы трудно смыть остатки хлора, и в ряде лабораторий наблюдалась тенденция перенесения остаточного хлора от пробы к пробе. Если проба с высоким содержанием хлора проверялась перед пробой с низким содержанием хлора, то необходимо повторно провести испытание на пробе с низким содержанием хлора и одно или оба значения, полученные таким образом, могут быть поставлены под сомнение, если они не согласуются с интервалами повторяемости настоящего метода.

8.2 *Добавление кислорода* — Установить чашу для проб в необходимое положение и расположить нейлоновую нитку или хлопковый жгут таким образом, чтобы один конец погружался в пробу. Собрать бомбу и плотно закрыть крышку. Медленно подавать кислород (во избежание выдувания масла из чаши) до тех пор, пока не будет достигнуто давление, заданное в Таблице 2. **(Осторожно** — Не добавлять кислород или не поджигать пробу, если бомбу подвергали сотрясению, роняли или наклоняли.)

8.3 *Сжигание* — Погрузить бомбу в ванну с холодной водой. Подсоединить выводы к разомкнутой электрической цепи. Замкнуть цепь для поджигания пробы. Извлечь бомбу из ванны спустя, как минимум, 10 минут после погружения. Медленно равномерно стравить давление с такой скоростью, чтобы вся операция заняла не менее 1 минуты. Открыть бомбу и исследовать содержимое. При обнаружении следов несгоревшего масла или темных отложений, отбросить показания и тщательно очистить бомбу перед ее повторным использованием (п. 8.1.1).

8.4 *Сбор хлорного раствора* — Промыть внутреннюю часть бомбы, чаши для проб и внутреннюю поверхность крышки бомбы тонкой струей воды и собрать смывы в химический стакан на 600 мл. Вычистить внутреннюю часть бомбы и внутреннюю поверхность крышки бомбы с помощью резинового скребка. Промывать основание выводов до тех пор, пока смывы не станут нейтральными к индикаторному метиловому красному. (Объем смывов обычно превышает 300 мл.). Проявите особую осторожность, чтобы не пролить промывочную воду.

8.5 *Определение содержания хлора* — Окислить раствор до метилового красного путем добавления HNO_3 (1 + 1) по каплям. Добавить более 2 мл раствора HNO_3. Профильтровать через качественную бумагу (мутность раствора указывает на присутствие хлорида свинца ($PbCl_2$), и перед фильтрованием раствор необходимо довести до кипения) и собрать во второй химический стакан на 600 мл. Подогреть раствор приблизительно до 60°C (140°F) и, не подвергая раствор воздействию яркого света, помешивая, постепенно добавить 5 мл раствора $AgNO_3$. Подогреть до начала кипения и выдержать при такой температуре до тех пор, пока всплывающая жидкость не станет прозрачной. Испытать для обеспечения полного осаждения путем добавления нескольких капель раствора $AgNO_3$. Если выпадает большее количество осадка, необходимо повторять вышеперечисленные шаги, которые включали подогревание, перемешивание и добавление раствора $AgNO_3$, до тех пор, пока добавленные капли раствора $AgNO_3$ не перестанут вызывать помутнение в прозрачной всплывающей жидкости. Оставить химический стакан и содержимое в темном месте, как минимум, на 1 час. Профильтровать осадок путем всасывания на взвешенном фильтровальном тигле с фриттованным стеклом. Промыть осадок водой, содержащей 2 мл HNO_3 (1 + 1)/л. Высушить тигель и осадок при температуре 110°C в течение 1 часа. Охладить в эксикаторе и взвесить.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Если на данном этапе не виден никакой осадок после добавления нитрата серебра, это может служить признаком неопределимого количества хлора в испытательной пробе свыше предела обнаружения по настоящему методу испытаний (0,1 м%). На данном этапе испытание может считаться выполненным.

8.6 Холостое определение — Выполнить холостое определение, используя 0,7 – 0,8 г белого масла и следуя обычной процедуре, но без пробы (Примечание 3). Повторяйте такое холостое определение всякий раз, когда применяются новые партии реактивов или белого масла. Содержание хлора при холостом определении не должно превышать 0,03%, на базе веса белого масла.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — С помощью настоящей процедуры можно измерить содержание хлора в белом масле и в используемых реактивах, а также хлора, попавшего в результате загрязнения.

9. Расчет

9.1 Рассчитать содержание хлора в пробе следующим образом:

$$\text{Хлор, вес \%} = [(P - B) \times 24{,}74]/W \quad (1)$$

где

P — вес AgCl в граммах, полученный из пробы

B = вес AgCl в граммах, полученный из холостого определения

W = вес используемой пробы в граммах.

10. Контроль качества

10.1 Подтвердить рабочие характеристики КИП или методику испытания путем проведения анализа пробы QC (см. п 6.8).

10.1.1 Если протоколы QC/Обеспечения качества (QA) уже внедрены на испытательном объекте, то они могут быть использованы для подтверждения достоверности результата испытания.

10.1.2 Если протокол QC/QA не внедрен на испытательном объекте, то Приложение XI может быть использовано в качестве системы QC/QA.

11. Протокол

11.1 Зафиксировать результаты с точностью до 0,1 м%.

11.2 При отсутствии видимого осадка по п. 8.5 зафиксировать результаты как неопределимые свыше предела обнаружения (0,1 м%) по настоящему методу.

12. Точность и погрешность

12.1 Неизвестно, была ли точность данного испытания определена в соответствии с ныне принятыми нормативами (например, в Отчете об исследовании D02-1007 (ОИ) Комитета D02, Руководство по определению данных о точности методов ASTM в отношении нефтепродуктов и смазочных материалов).

12.2 Точность настоящего метода согласно статистическому исследованию результатов межлабораторных испытаний является следующей:

12.2.1 *Повторяемость* — Разность между последовательными результатами испытаний, полученными одним и тем же оператором на одном и том же оборудовании при постоянных рабочих условиях с идентичным проверяемым материалом будет, при длительном режиме работы, при обычном и надлежащем ходе испытаний согласно методике испытаний, превышать указанное значение только в одном случае из двадцати:

Хлор, %	Повторяемость
0,1 – 1,9	0,07
2,0 – 5,0	0,15
Более 5,0	3% от существующего количества

12.2.2 *Воспроизводимость*—Разность между двумя одиночными и независимыми результатами испытаний, полученными различными операторами, работающими в разных лабораториях с одинаковым испытательным материалом, в длительном режиме работы, при нормальном и правильном ходе испытаний согласно методике испытаний, превышает указанное значение только в одном случае из двадцати

Хлор, %	Воспроизводимость
0,1 – 1,9	0,10
2,0 – 5,0	0,30
Более 5,0	5% от существующего количества

12.3 *Погрешность:*

12.3.1 Объединенные данные указывают на то, что отклонения результатов испытания от фактического содержания хлора имеют такой же порядок, что и воспроизводимость.

12.3.2 Невозможно установить погрешность настоящего метода испытания для измерения содержания хлора, так как ответственный подкомитет после проведения тщательной исследовательской работы не смог привлечь добровольцев для межлабораторного исследования.

13. Ключевые слова

13.1 бомба**,** хлор

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

XL КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

X1.1 Подтвердить рабочие характеристики КИП или методику испытания путем исследования пробы контроля качества (QC).

X1.2 Перед контролем процесса измерения, пользователь метода испытания должен определить среднее значение и контрольные пределы пробы QC (см. Методику D 6299 и Руководство 7).

X1.3 Внести в протокол результаты QC и изучить их с помощью контрольных карт или других статистически эквивалентных способов для установления статуса статистического контроля всего процесса испытания (см. Методику D 6299 и Руководство 7). Любые неподконтрольные данные должны послужить сигналом для начала исследования с целью выявления основной причины.

X1.4 При отсутствии явных требований в методе испытания, частота испытания QC зависит от критичности измеряемого свойства, продемонстрированной стабильности процесса испытания и требований заказчика. Как правило, проба QC подвергается исследованию каждый испытательный день с помощью стандартных образцов. Частота QC должна возрастать при регулярном исследовании большого количества проб. Однако если обнаруживается, что испытание находится под статистическим контролем, то частота испытания QC может быть уменьшена. Точность пробы QC должна быть проверена по сравнению с точностью Метода ASTM для обеспечения качества информации.

X1.5 Рекомендуется, чтобы, по возможности, тип пробы QC, которая постоянно испытывается, был характерным для регулярно исследуемого материала. Большой запас материала для проб QC должен быть в наличии на установленный период использования, материал должен быть однородным и устойчивым при предполагаемых условиях хранения. Дальнейшие указания по технике QC и составлению контрольных карт - см. в Методике D 6299 и Руководстве 7.

07

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СЕРЫ В НЕФТЕПРОДУКТАХ (МЕТОД ИСПЫТАНИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ)

SD-1552

(Идентичен ASTM D 1552-03)

1. Область применения

1.1 Настоящий метод испытания распространяется на три процедуры определения общего количества серы в нефтепродуктах, включая смазочные масла, содержащие присадки, а также в концентрированных присадках. Настоящий метод применяется к пробам, закипающим при температуре выше 177°C (350°F) и содержащим не менее 0,06 % серы. В двух из трех процедур происходит обнаружение иодата; в одной задействована индукционная печь для пиролиза, а в другой - печь сопротивления. В третьей процедуре используют ИК-обнаружение, которое выполняют после пиролиза в печи сопротивления.

1.2 Нефтяной кокс, содержащий до 8 % серы по массе, может быть подвергнут анализу.

1.3 *Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем, связанных с техникой безопасности и охраной труда, при их наличии, которые возникают в связи с его применением. Пользователь стандарта несет ответственность за внедрение соответствующей практики по охране труда и технике безопасности. До начала использования стандарта он должен определиться с применением ограничений, налагаемых нормативно-технической документацией*

2. Нормативно-справочная документация

2.1 *Стандарты ASTM:*

D 1193 Спецификация на воду для лабораторных исследований (Specification for Reagent Water)

D 1266 Метод определения содержания серы в нефтепродуктах (ламповый метод) (Test Method for Sulfur in Petroleum Products (Lamp Method)

D 4057 Методика ручного отбора проб нефти и нефтепродуктов (Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products)

D 6299 Методика применения статистических методов обеспечения качества к оценке рабочих характеристик аналитической системы измерения (Practice for Applying Statistical Quality Assurance Techniques to Evaluate Analytical Measurement System Performance)

3. Краткое содержание метода

3.1 *Система обнаружения иодата* — Проба сжигается в струе кислорода при достаточно высокой температуре для того, чтобы превратить около 97% серы в диоксид серы. Для получения точных результатов применяется коэффициент стандартизации. Продукты горения поступают в поглотитель, содержащий кислый раствор иодата калия и индикатор крахмала. При добавлении стандартного раствора иодата калия, поглощающий раствор приобретает бледно-голубой цвет. По мере горения, в процессе которого наблюдается обесцвечивание голубого цвета, добавляется дополнительное количество иодата. Количество стандартного иодата, полученного в процессе горения, является мерой содержания серы в пробе.

3.2 *Система ИК-обнаружения* — Проба взвешивается в специальной керамической лодочке, которая затем помещается в кислородную среду пламенной печи, имеющей температуру 1371°C (2 500°F). Большая часть присутствующей серы при сжигании превращается в SO_2, которая затем измеряется с помощью детектора инфракрасного излучения после того, как влага и пыль будут удалены с помощью уловителей. Микропроцессор подсчитывает массовый процент серы на основе веса пробы, сигнала встроенного детектора и заранее установленного калибровочного коэффициента. Затем распечатывается идентификационный номер пробы и массовый процент серы. Коэффициент градуировки определяется с помощью стандартов, аппроксимирующих исследуемый материал.

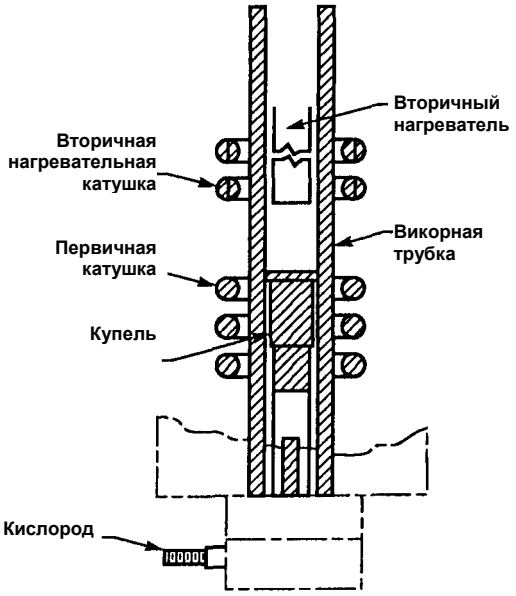
4. Важность и использование

4.1 Настоящий метод испытания является средством контроля уровня содержания серы в различных нефтепродуктах и присадках. Эти сведения могут быть использованы для прогнозирования эксплуатационных, технологических свойств, а также характеристик управляемости. В некоторых случаях присутствие соединений серы является выгодным для продукта, а контроль процесса уменьшения содержания серы может обеспечить полезную информацию. В других случаях, присутствие соединений серы является вредным для обработки или использования продукта.

5. Интерференция

5.1 Что касается систем иодата, то концентрации хлора, составляющие менее 1%, на них влияния не оказывают. ИК-система может

РИС. 1 ТРУБКА СГОРАНИЯ



6. АППАРАТУРА

6.1 *Сжигание и система обнаружения иодата:*

6.1.1 *Печи* — Существуют два главных типа печей; основная разница между ними состоит в способе достижения необходимой высокой температуры. Ниже представлены эти два типа печей:

6.1.1.1 *Индукционная печь,* работа которой основывается на методе высокочастотного электроиндукционного нагревания. Этот агрегат должен выдерживать температуру, составляющую, как минимум, 1482°C (2.700°F) в зоне горения пробы в условиях, заданных в п. 9.1, и должен быть оснащен дополнительной индукционной катушкой, расположенной над зоной горения, обычно, как показано на Рис. 1.

6.1.1.2 Рабочая катушка печи должна иметь минимальную выходную мощность, равную 500 Вт; минимальная номинальная потребляемая мощность печи должна составлять 1000 Вт. С соответствующим количеством железной стружки, взвешенной с точностью до ±0,05 г, максимальный анодный ток должен быть в пределах от 350 мА до 450 мА. **(Осторожно** — Данный тип печи способен причинить высокочастотные ожоги и стать причиной получения высоковольтного шока. В добавление к другим мерам предосторожности, необходимо правильно использовать все защитные приспособления.) **(Осторожно** — Отключайте печь от линии энергоснабжения при проведении ремонта и регулировки электрической системы.)

6.1.1.3 *Печь сопротивления*, способная обеспечивать температуру, равную, как минимум, 1 372ºC (2.500°F).

6.1.2 *Поглотитель*, как описано в Методе испытания D 1266.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Для использования с обоими типами печей также подходит автоматический титратор, специально спроектированный для иодометрии. Он совмещает функции поглощения и титрования до заранее установленной конечной точки.

6.1.3 *Бюретка,* подходит стандартная бюретка на 25 мл или автоматическая, предоставляемая изготовителями специальных агрегатов сгорания (Примечание 1).

6.2 *Система сжигания и ИК-обнаружения,* состоящая из средств автоматической регулировки баланса и расхода кислорода, осушительных трубок, пламенной печи, детектора инфракрасного излучения и микропроцессора. Печь должна выдерживать номинальную рабочую температуру, равную 1 350°C (2.460°F).

6.3 *Прочая аппаратура* — Специальные агрегаты сгорания требуют применения дополнительного оборудования, такого как тигли, лодочки для сжигания, крышки тиглей, толкатели лодочек, диски сепараторов, трубки сгорания, устройства для вставки образцов, индикатор расхода кислорода и установки для высушивания кислорода. Необходимое дополнительное оборудование зависит от типа применяемой печи и поставляется изготовителем специфического агрегата для сжигания. Для того чтобы получить низкую концентрацию серы, заданную в Разделе 1, керамика, используемая с агрегатом индукционной печи, должна прокаливаться в муфельной печи при температуре 1 371°C (2.500°F), как минимум, в течение 4 часов перед применением.

6.4 *Cumo,* размер ячейки 60 (250 мм).

7. РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

7.1 *Чистота реактивов* — При проведении испытаний должны использоваться химические вещества класса реактивов. Если нет других указаний, подразумевается, что все реактивы должны удовлетворять техническим требованиям Комитета по реактивам для анализов Американского химического общества, там, где такие технические требования применимы. Могут быть использованы другие классы, при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты реактива, позволяющей использовать его без снижения точности анализа.

7.2 *Чистота воды* — При отсутствии иных указаний, вода, на которую делаются ссылки, должна обозначать воду, соответствующую Типу II или III Спецификации D 1193.

7.3 *Алунд* ($A1_2O_3$) или *Оксид магния* (широкого применения).

7.4 *Ангидрон (Перхлорат магния).* **(Осторожно** — В дополнение к другим мерам предосторожности, обращайтесь с перхлоратом магния осторожно. Избегайте его контакта с кислотой и органическими материалами. Реакции с топливом могут быть бурными.)

7.5 *Соляная кислота* (3 + 197). —Разбавить 30 мл концентрированной соляной кислоты (HC1, удельный вес 1,19) водой до 2 л. **(Осторожно** — Яд. Едкий. При проглатывании может привести к летальному исходу. Жидкость и пары вызывают серьезные ожоги.)

7.6 *Кислород (Сверхсухой)* — Кислород должен быть, как минимум, на 99,5% чистым и не должен содержать следов серы при холостом определении. **(Осторожно** — Кислород сильно ускоряет горение.)

7.7 *Пентоксид фосфора* — (P_2O_5).

7.8 *Алюминиевые квасцы (Сульфат калия, алюминия).*

7.9 *Иодат калия, Стандартный раствор* (0,06238 N, 1 мл этого раствора равняется 1 мг S) — Растворить в воде 2,225 г иодата калия (KIO_3), который был высушен при температуре около 180°C до постоянного веса, и разбавить до 1 л. Тщательно перемешать раствор.

7.10 *Иодат калия, Стандартный раствор* (0,006238 N, 1 мл этого раствора равняется 0,1 мг S) — Отмерить ровно 100 мл раствора KIO_3 (0,06238 N) в мерную колбу на 1 л и разбавить водой до заполнения колбы. Тщательно перемешать раствор.

7.11 *Иодат калия, Стандартный раствор* (0,01248 N, 1 мл этого раствора равняется 0,2 мг S) — Отмерить ровно 200 мл раствора KIO_3 (0,06238 N) в мерную колбу на 1 л и разбавить водой до заполнения колбы. Тщательно перемешать раствор.

7.12 Аскарит, номер от 8 до 20.

7.13 *Специальные материалы для печей индукционного типа:*

7.13.1 *Олово* (размер ячейки от 20 до 30).

7.13.2 *Катализатор - железная стружка*, содержащий не более 0,005% серы.

7.14 *Стандартная проба* — Алюминиевые квасцы [$A1K(SO_4)_2^* 12H_2O$].

7.15 *Раствор крахмала и иодата* — Сделать пасту путем добавления 9 г растворимого крахмала в 15 мл воды. Помешивая, добавить эту смесь в 500 мл кипящей воды. Охладить смесь, добавить 15 г иодата калия (KI), и разбавить водой до 1 л.

7.16 *Серная кислота* (удельный вес 1,84) — Концентрированная серная кислота (H_2SO_4). **(Осторожно** —Яд. Едкий. Сильный окислитель.)

7.17 *Пентоксид ванадия,* безводный, порошкообразный V_2O_5.

7.18 *Пробы контроля качества (QC)* обычно представляют собой части одного или более нефтепродуктов, которые являются устойчивыми и характерными для рассматриваемых проб. Эти пробы QC могут быть использованы для проверки обоснованности применения процесса испытания и рабочих характеристик КИП, как описано в Разделе 12.

8. ОТБОР ПРОБ

8.1 Отбирать пробы согласно указаниям, представленным в Методике D 4057 .

РИС. 2 СХЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЕЧИ ИНДУКЦИОННОГО ТИПА

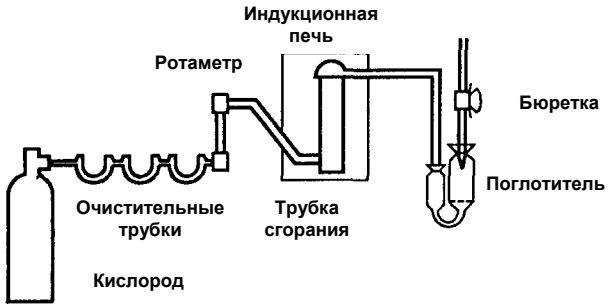


ТАБЛИЦА 1
ВЕС ПРОБЫ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ

Содержание серы,	Вес отбираемой пробы, мг	Нормальность стандартного раствора KIO_3 для титрования
0 - 2	90 (A)	0,006238
2 - 4	50 – 90	0,006238
4 - 10	50 – 90	0,01248
Более 10	12.1.1	(B)

ПРИМЕЧАНИЯ:
(A) Приблизительный.
(B) См. п. 13.1.1, Примечание 2.

9. ПОДГОТОВКА АППАРАТУРЫ

9.1 *Печь индукционного типа* — Собрать аппарат согласно инструкциям, предоставленным изготовителем. Очистить кислород путем пропускания его через (1) H_2SO_4 (удельный вес 1,84), (2) Аскарит и (3) перхлорат магния [$Mg(C1O_4)_2$] или пентоксид фосфора (P_2O_5) **(Осторожно** — см. п. 7.4). Подсоединить ротаметр между очистительной установкой и печью. Вставить маленькую заглушку из стекловаты в верхний конец стеклянной трубки, соединяющей печь с поглотителем, для улавливания оксидов олова. Соединить выходной конец трубки сгорания с поглотителем стеклянной трубкой, используя для соединений трубку из бессажевой резины. Расположить поглотитель так, чтобы эта линия подачи была, как можно короче. На Рисунке 2 схематически изображен собранный агрегат. Отрегулировать расход кислорода до 1 ± 0,05 л/мин. Добавить 65 мл HC1 (3 + 197) и 2 мл крахмально - иодатного раствора в поглотитель. Добавить достаточное количество соответствующего стандартного раствора KIO_3 (Таблица 1) для получения бледно-голубого цвета. Этот цвет будет служить конечной точкой титрования. Установить бюретку на ноль. Установить переключатель накала печи во включенное положение и дать ему нагреться, как минимум, 1 минуту перед использованием проб **(Осторожно** — см. п. 7.4).

9.2 *Печь сопротивления* — Собрать аппарат согласно инструкциям, предоставленным изготовителем. Очистить кислород путем пропускания его через (1) H_2SO_4 (удельный вес 1,84), (2) Аскарит и (3) $Mg(C1O_4)_2$ или P_2O_5 **(Осторожно** — см. п. 7.4). Подсоединить ротаметр между очистительной установкой и печью. На Рисунке 3 схематически изображен собранный агрегат. Включить ток и отрегулировать систему печного контроля для поддержания постоянной температуры, составляющей 1 316°C ± 14°C (2.400°F ± 25°F). Отрегулировать расход кислорода до 2 ± 0,1 л/мин. Добавить 65 мл HC1 (3 + 197) и 2 мл крахмально - иодатного раствора в поглотитель. Добавить несколько капель соответствующего стандартного раствора KIO_3 (Таблица 2) для получения бледно-голубого цвета. Установить бюретку на ноль.

РИС. 3 СХЕМАТИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

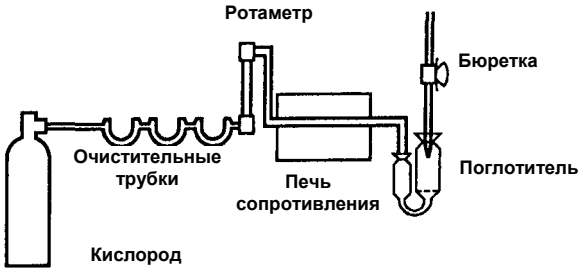


ТАБЛИЦА 2
ВЕС ПРОБЫ ДЛЯ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Содержание серы,	Вес отбираемой пробы, мг	Норма стандартного раствора KIO_3 для титрования
0 - 2	100 - 200	0,006238
2 - 5	100 - 200	0,01248
5 - 10	100 - 200	0,06238
Более 10	**(A)**	(A)

ПРИМЕЧАНИЕ:
(A) См. п. 13.1.1, Примечание 2.

9.3 *ИК-обнаружение - печь сопротивления* — Собрать и отрегулировать агрегат согласно инструкциям изготовителя. Инициализировать микропроцессор, проверить энергоснабжение, задать давление и расход кислорода и установить температуру в печи, равную 1 371°C (2.500°F).

9.3.1 При исследовании проб нефтяного кокса, пропустить через мокрый ангидронный скруббер четыре пробы угля или четыре пробы нефтепродуктов, которые представляют исследуемые типы проб или являются типичными для них.

9.3.2 Калибровать автоматический баланс согласно инструкциям изготовителя.

10. СТАНДАРТИЗАЦИЯ

10.1 *Для методов определения содержания иодата:*

10.1.1 *Определение коэффициента квасцов.*

10.1.1.1 Так как эти методы быстрого сжигания вызывают обратимую реакцию $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$, то обнаружить всю серу в виде SO_2 невозможно. Равновесие реакции зависит от температуры, и в кислородной среде с температурой более 1 316°C около 97% серы присутствуют в виде SO_2. Для обеспечения того, чтобы печь имела правильную регулировку и во время своей работы создавала допустимо высокую температуру, для стандартизации агрегата используются алюминиевые квасцы. В зависимости от типа оборудования используемого для сжигания, квасцовый коэффициент определяется согласно процедурам, описанным в Разделах 10 - 14. Для такого анализа, необходимо использовать 15 мг алюминиевых квасцов, взвешенных с точностью до ±0,1 мг. При определении коэффициента квасцов и коэффициента стандартизации, необходимо использовать те же материалы, что и для неизвестных проб. Например, V_2O_5 оказывает определенное действие и должно быть включено, при использовании, для неизвестных согласно рекомендациям, представленным в порядке действий при работе с печью сопротивления.

10.1.1.2 Рассчитать коэффициент квасцов следующим образом:

$$\text{Коэффициент квасцов } (AF) = (S_A \times W_A)/[100(V_a - V_b) \times C_1] \quad (1)$$

где:

S_A = массовый процент серы в используемых алюминиевых квасцах,

W_A = количество используемых алюминиевых квасцов в миллиграммах,

V_a = количество стандартного раствора KIO_3 в миллиграммах, используемого при определении коэффициента квасцов,

V_b = количество стандартного раствора KIO_3 в миллиграммах, используемого при осуществлении холостого определения, а также

C_1 =количество серы, эквивалентное объему стандартного раствора KIO_3, используемое при определении коэффициента квасцов, мг/мл.

10.1.1.3 Коэффициент квасцов должен быть в диапазоне от 1,02 до 1,08. Если наблюдаются значения менее 1,02, то перед повторным определением коэффициента квасцов необходимо независимо подтвердить содержание серы в квасцах, а также количество серы, эквивалентное объему раствора KIO_3. Если наблюдаются значения более 1,08, то необходимо отрегулировать оборудование в соответствии с рекомендациями изготовителя и повторно определить коэффициент квасцов.

10.1.2 *Определение коэффициента стандартизации.*

10.1.2.1 Так как такое явление, как летучесть пробы также может повлиять на процесс относительного восстановления серы в виде SO_2, изначально присутствующей в пробе, необходимо определить коэффициент стандартизации. Действовать согласно процедуре, описанной в Разделах 10 - 14, применяя к неизвестной пробе пробу масла того же типа и с точно известным содержанием серы.

10.1.2.2 Для ИК-обнаружения, определить и загрузить в микропроцессор коэффициент градуировки для конкретного типа исследуемой пробы (смазочное масло, нефтяной кокс, нефтяное топливо) согласно рекомендациям изготовителя.

10.1.2.3 Рассчитать коэффициент стандартизации следующим образом:

$$\text{Коэффициент стандартизации } (F_s) = (S_s \times W_s)/[100(V_S - V_b) \times C] \quad (2)$$

где:

S_s = массовый процент серы в пробе, используемой для стандартизации,

W_s = количество пробы в миллиграммах, используемой для стандартизации,

V_b =количество стандартного раствора KIO_3 в миллилитрах, используемого при осуществлении холостых определений,

V_s = количество стандартного раствора KIO_3 в миллилитрах, используемого при определении коэффициента стандартизации, а также

C =количество серы, эквивалентное объему стандартного раствора KIO_3, используемой при определении коэффициента стандартизации, мг/мл.

10.1.3 *Контроль качества* — Использовать соответствующую пробу для аналитического контроля качества несколько раз в день. Если обнаруженное значение находится в допустимых пределах на карте контроля качества, необходимо продолжить изучение содержания пробы.

11. ПОДГОТОВКА КОКСА

11.1 Предполагается, что для анализа была получена проба-представитель.

11.2 Растереть полученную пробу так, чтобы она проходила через ячейки сита с номером 60 (250 мм) и просеять ее.

11.3 Высушить просеянный материал до постоянного веса при температуре от 105°C до 110°C.

12. АНАЛИЗ ПРОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

12.1 *Проба QC* должна подвергаться анализу каждый день исследования проб, проводимого для проверки методики испытания и рабочих характеристик КИП. Могут быть исследованы дополнительные пробы QC. Пробы QC должны быть обработаны согласно процедурам, представленным в Разделах 13, 14 или 15, в зависимости от типа печи, используемой лабораторией.

12.2 Если протоколы QC/Обеспечения качества (QA) уже установлены на испытательном объекте, то они могут быть использованы для подтверждения достоверности результата испытания.

12.3 Если протокол QC/QA не установлен на испытательном объекте, то Приложение XI может быть использовано в качестве системы QC/QA.

13. ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАБОТЕ С ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧЬЮ

13.1 *Подготовка проб* — Добавить в тигель с пробой слой алунда или оксида магния, толщиной от 3,2 до 4,8 мм (1/8 -3/16 дюйма*)*. С помощью кончика палочки для размешивания сделать отпечаток в слое. Взвесить тигель с точность до 0,1 мг. Отвесить в отпечаток необходимое количество пробы согласно Таблице 1 (13.1.1) (Примечание 2). Накрыть пробу сепараторным диском (Примечание 3). Насыпать на сепараторный диск заранее установленное количество железной стружки, необходимое для получения требуемой температуры (6.1.1.2). Обычно ее масса находится в пределах от 1,2 до 2,0 г, и должна оставаться постоянной с погрешностью ±0,05 г. Распылить около 0,1 г олова на железо. Закрыть тигель крышкой и поместить на основание печи.

13.1.1 Ни при каких условиях органическая проба весом более 100 мг не должна сжигаться в печи индукционного типа.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Более концентрированные растворы KIO_3, такие как раствор 0,06238 *N*, могут оказаться более подходящими для проб, содержащих более 10% серы. Размер пробы и концентрация KIO_3 должны быть выбраны так, чтобы потребовалось более 25 мл титранта.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Использование сепараторного диска не является обязательным.

13.2 *Сжигание и титрование* — Установить переключатель анодного тока во включенное положение. Спустя около 1 минуты разогрева, поднять основание и зафиксировать в таком положении. Анодный ток будет колебаться в течение нескольких секунд и постепенно должен подняться до максимального значения. Добавить необходимый стандартный раствор KIO_3 (Таблица 1) в поглотитель для сохранения голубого цвета. Если раствор поглотителя обесцветится, забраковать результаты. По мере уменьшения скорости выделения SO_2, добавить такое количество раствора KIO_3, чтобы, по завершении сжигания, интенсивность голубого цвета оставалась такой же, как первоначальная. Сжигание завершено, если этот цвет сохраняется в течение, как минимум, 1 минуты, а анодный ток значительно падает. Внести в протокол объем раствора KIO_3, необходимый для титрования выделенного SO_2.

13.3 *Холостое определение* — Выполнять холостое измерение всякий раз, когда используется новая партия тиглей, материалов или реактивов. Следовать упомянутой выше процедуре, но без пробы.

14. ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЯ ПРИ РАБОТЕ С ПЕЧЬЮ СОПРОТИВЛЕНИЯ

14.1 *Подготовка пробы* — Взвесить в лодочке для сжигания необходимое количество пробы согласно Таблице 2. Добавить 100 ± 5 мг пентоксида ванадия и полностью покрыть смесь алундом.

14.2 *Сжигание и титрование* — Поместить лодочку в холодную часть трубки сгорания, рядом с входом. Для того, чтобы продолжить процесс сжигания, необходимо постепенно проталкивать лодочку с пробой в более горячую зону трубки сгорания, используя оборудование, предоставленное изготовителями. Лодочку необходимо продвигать, как можно быстрее, стараясь достигнуть скорости выделения SO_2. Добавить соответствующий стандартный раствор KIO_3 (Таблица 2) в поглотитель для сохранения голубого цвета. Если раствор поглотителя обесцветится, забраковать результаты измерения. По мере уменьшения скорости выделения SO_2, добавить такое количество раствора KIO_3, чтобы, по завершении сжигания, интенсивность голубого цвета оставалась такой же, как первоначальная. Сжигание завершено, если этот цвет сохраняется в течение, как минимум, 1 минуты. Внести в протокол объем раствора KIO_3, необходимый для титрования выделенного SO_2.

14.3 *Холостое определение* — Выполнять холостое измерение всякий раз, когда используется новая партия лодочек для сжигания, материалов или реактивов. Следовать упомянутой выше процедуре, но без пробы.

15. ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАБОТЕ С ПЕЧЬЮ СОПРОТИВЛЕНИЯ -ИК-ОБНАРУЖЕНИЕМ

15.1 Дать системе разогреться, а печи достичь рабочей температуры.

15.2 После того, как будет обеспечена однородность пробы, отобрать следующее количество пробы: в отношении жидких проб, для анализа необходимо взять до 0,13 г, а в отношении твердых проб, для анализа необходимо взять до 0,4 г. В любом случае, произведение массового процента серы на вес пробы должно быть менее четырех или равняться этому значению в отношении КИП SC32, и менее двух или равняться этому значению в отношении КИП SCI32. Что касается других КИП, необходимо следовать инструкциям изготовителя.

15.3 Выполнить холостое определение для системы и хранить результаты.

15.4 Взвесить пробы в лодочках для сжигания и внести в протокол чистый вес. Можно взвесить пробы и сохранить в микропроцессоре несколько значений веса перед тем, как начать ряд процессов сжигания.

15.4.1 На одну треть наполнить лодочки для сжигания равномерно рассыпанным порошком MgO.

15.4.2 Совочком сделать небольшую канавку в слое порошка MgO.

15.4.3 Поместить лодочку для сжигания на весы и взвесить соответствующее количество пробы в канавке, сделанной в порошке MgO. Ввести вес.

15.4.4 Снять лодочку для сжигания с весов и добавить такое количество порошка MgO, чтобы лодочка для сжигания была заполнена на две трети. **(Осторожно** — V_2O_5 может повредить керамику печи, поэтому его необходимо использовать с осторожностью.)

ПРИМЕЧАНИЕ 4: При сталкивании с неприемлемой повторяемостью для отдельных проб нефти, активатор горения, такой как V_2O_5 или продукт *Com-Aid* компании LECO, может быть заменен MgO.

15.5 Начать подачу кислорода и загрузить лодочку в печь.

15.6 По завершении анализа, прочесть результат на микропроцессоре.

15.7 Извлечь использованную лодочку для сжигания из печи.

15.8 Повторять процедуру до тех пор, пока два результата не будут отличаться на значение, которое будет меньше значения повторяемости метода.

16. РАСЧЕТ

16.1 *Расчет для обнаружения иодата* — Рассчитать содержание серы в пробе следующим образом:

$$\text{Сера, массовый } \% = [100(V - V_b) \times F_s \times C]W \qquad (3)$$

где:

V = объем стандартного раствора KIO_3, мл, используемого при анализе,

V_b = объем стандартного раствора KIO_3, мл, используемого при осуществлении холостого определения,

F_s = коэффициент стандартизации (см. п. 10.1.2),

C = количество серы, эквивалентное объему стандартного раствора KIO_3, используемое при анализе, мг/мл, а также

W = количество пробы в миллиграммах, используемое при анализе.

16.2 *Расчет для ИК-обнаружения:*

16.2.1 Внести в протокол результаты, используя микропроцессор.

16.2.2 Внести в протокол среднее значение двух результатов.

17. ПРОТОКОЛ

17.1 В диапазоне от 0,05 до 5,00 массовых процентов серы, внести в протокол значение с точностью до 0,01 массового процента. В диапазоне от 5 до 30 массовых процентов серы, внести в протокол значении с точностью до 0,1 массового процента.

18. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

18.1 Подтвердить исполнение методики испытания путем исследования пробы контроля качества, которая является стабильной и представляет рассматриваемый образец.

18.1.1 Если протоколы контроля качества/обеспечения качества уже установлены на испытательном объекте, то они могут быть использованы для подтверждения достоверности результата испытания.

18.1.2 Если протокол контроля качества/обеспечения качества не установлен на испытательном объекте, то Приложение XI может быть использовано для этой цели.

19. ТОЧНОСТЬ И ПОГРЕШНОСТЬ

19.1 *Для нефтепродуктов, исследуемых с помощью методов определения содержания иодата и методов ИК-обнаружения* — Точность данного метода испытания согласно статистическому исследованию межлабораторных результатов является следующей:

19.1.1 *Повторяемость* — Разность между двумя результатами испытаний, полученными одним и тем же оператором на одном и том же оборудовании при постоянных рабочих условиях с идентичным проверяемым материалом при длительном режиме работы, при нормальном и правильном ходе испытаний согласно методике испытаний, превышает указанное значение только в одном случае из двадцати:

Сера, массовый % (диапазон)	Повторяемость иодата	ИК[8]
0,0 - 0,5	0,05	0,04
0,5 - 1,0	0,07	0,07
1,0 - 2,0	0,10	0,09
2,0 - 3,0	0,16	0,12
3,0 - 4,0	0,22	0,13
4,0 - 5,0	0,24	0,16

19.1.2 *Воспроизводимость*—Разность между двумя одиночными и независимыми результатами испытаний, полученными различными операторами, работающими в разных лабораториях с идентичным испытательным материалом при длительном режиме работы, при нормальном и правильном ходе испытаний согласно методике испытаний, превышает указанное значение только в одном случае из двадцати:

Сера, массовый % (диапазон)	Повторяемость иодата	ИК[8]
0,0 - 0,5	0,08	0,13
0,5 - 1,0	0,11	0,21
1,0 - 2,0	0,17	0,27
2,0 - 3,0	0,26	0,38
3,0 - 4,0	0,40	0,44
4,0 - 5,0	0,54	0,49

19.2 *Для нефтяных коксов, исследуемых с помощью методов определения содержания иодата и методов ИК-обнаружения* — Точность данного метода испытания согласно статистическому исследованию межлабораторных результатов является следующей:

19.2.1 *Повторяемость* — Разность между двумя результатами испытаний, полученными одним оператором на одном и том же оборудовании при постоянных рабочих условиях с идентичным проверяемым материалом будет, в длительном режиме работы, при нормальном и правильном ходе испытаний согласно методике испытаний, превышать следующие значения только в одном случае из двадцати:

$$r = 0{,}05X \quad (4)$$

где X это среднее значение двух результатов испытания.

19.2.2 *Воспроизводимость*—Разность между двумя одиночными и независимыми результатами испытаний, полученными различными операторами, работающими в разных лабораториях с идентичным испытательным материалом при длительном режиме работы, при нормальном и правильном ходе испытаний согласно методике испытаний, превышает следующие значения только в одном случае из двадцати:

$$R = 0{,}22X \quad (5)$$

где X это среднее значение двух результатов испытания.

19.3 *Погрешность* — Погрешность данного метода испытания определяется.

20. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

20.1 печь; высокая температура; индукционная печь; титрование иодата; ИК-обнаружение; нефть; сопротивляемость; сера; титрование

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

X1. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

X1.1 Подтвердить рабочие характеристики КИП или методику испытания путем исследования пробы контроля качества (QC).

X1.2 Перед контролем процесса измерений, пользователь метода испытания должен определить среднее значение и контрольные пределы пробы QC (см. Методику D 6299 и *Руководство 7 ASTM*).

X1.3 Внести в протокол результаты QC и изучить их с помощью контрольных карт или других статистически эквивалентных способов для установления статуса статистического контроля всего процесса испытания (см. Методику D 6299 и *Руководство 7 ASTM*). Любые неконтролируемые данные должны дать начало исследованию для выявления основной причины. Результаты этого исследования могут, но не обязательно, привести к повторной градуировке КИП.

X1.4 При отсутствии явных требований в методе испытания, частота испытания QC зависит от критичности измеряемого качества, продемонстрированной стабильности процесса испытания и требований заказчика. В общем, проба QC исследуется каждый испытательный день с помощью стандартных образцов. Частота QC должна возрастать, если регулярно исследуется большое количество проб. Однако если обнаруживается, что испытание находится под статическим контролем, то частота испытания QC может быть уменьшена. Точность пробы QC должна быть проверена на соответствие точности Метода ASTM для обеспечения качества информации.

X1.5 Рекомендуется, чтобы, по возможности, тип пробы QC, которая постоянно испытывается, представлял собой регулярно исследуемый материал. Большой запаса материала для пробы QC должен быть в наличии на установленный период использования, и материал должен быть однородным и устойчивым при ожидаемых условиях хранения.

X1.6 Дальнейшие указания по QC и технологиям составления контрольных карт - см. в Методике D 6299 и *Руководстве 7 ASTM*.

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

SE-165

(Идентичен ASTM Спецификации E 165-02)

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий метод испытания распространяется на процедуры испытания материалов методом проникающей жидкости. Все они являются методами неразрушающей дефектоскопии для обнаружения несплошностей, выходящих на поверхность, таких как трещины, сварные швы, морщины, холодные спаи, расслоения, сквозные течи или непровары, которые применяются при активном, окончательном и техническом контроле. Они могут быть эффективно использованы при контроле непористых материалов, материалов с металлическими свойствами, как черных металлов, так и цветных металлов, а также материалов с неметаллическими свойствами, таких как глазурованная или полностью уплотненная керамика, определенные виды непористой пластмассы и стекло.

1.2 В этом методе испытания также дается рекомендация:

1.2.1 Согласно которой дефектоскопия методом проникающей жидкости, рекомендованная или требуемая отдельными организациями, может быть проанализирована для подтверждения ее применимости и полноты.

1.2.2 По его использованию при подготовке технологических требований к дефектоскопии материалов и деталей методом проникающей жидкости. Настоятельно рекомендуется заключить соглашение между пользователем и поставщиком в отношении особых технологий.

1.2.3 По его использованию при организации объектов и подборе персонала, имеющих отношение к дефектоскопии методом проникающей жидкости.

1.3 В этом методе испытания не указываются или не предлагаются критерии оценки полученных индикаторных следов. Однако следует обратить внимание на то, что после того, как индикаторные следы будут получены, сначала они должны быть истолкованы или классифицированы, а затем оценены. Для этой цели должен существовать отдельный нормативный документ, спецификация или особое соглашение для определения типа, размера, расположения и направления индикаторных следов, которые посчитали допустимыми и индикаторных следов, которые сочли недопустимыми.

1.4 Значения, указанные в единицах дюйм-фунт, должны рассматриваться как стандартные. Единицы СИ предоставляются только для сведения.

1.5 *Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем, связанных с техникой безопасности и охраной труда, при их наличии, которые связаны с его применением. Пользователь стандарта несет ответственность за внедрение соответствующей практики по охране труда и технике безопасности. До начала использования стандарта он должен определиться с применением ограничений, налагаемых нормативно-технической документацией.*

2. НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

2.1 *Стандарты ASTM*:

D 129 Метод определения содержания серы в нефтепродуктах (Общий метод испытания в бомбе) (Test Method for Sulfur in Petroleum Products (General Bomb Method))

D 516 Метод определения содержания ионов сульфата в воде (Test Method for Sulfate Ion in Water)

D 808 Метод определения содержания хлора в свежих и отработанных нефтепродуктах (Метод испытания в бомбе) (Test Method for Chlorine in New and Used Petroleum Products (Bomb Method))

D 1193 Спецификация на воду для лабораторных исследований (Specification for Reagent Water)

D 1552 Метод определения содержания серы в нефтепродуктах (Метод испытания при высоких температурах) (Test Method for Sulfur in Petroleum Products (High-Temperature Method))

D 4327 Метод определения содержания анионов в воде химически подавленной ионной хроматографией (Test Method for Anions in Water in Chemically Suppressed Ion Chromatography)

E 433 Эталонные фотографии для проведения дефектоскопии методом проникающей жидкости (Reference Photographs for Liquid Penetrant Inspection)

E 543 Методика оценки организаций, которые выполняют неразрушающий контроль (Practice for Evaluating Agencies that Perform Nondestructive Testing)

E 1208 Метод контроля флуоресцентной проникающей жидкостью с использованием липофильный постэмульсификационный процесс (Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Lipophilic Post-Emulsification Process)

E 1209 Метод контроля флуоресцентной проникающей жидкостью со смыванием жидкости водой (Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Water-Washable Process)

E 1210 Метод контроля флуоресцентной проникающей жидкостью с использованием гидрофильного постэмульгационного процесса (Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Hydrophilic Post-Emulsification Process)

E 1219 Метод контроля флуоресцентной проникающей жидкостью с устранением жидкости растворителем (Test Method for Fluorescent Liquid Penetrant Examination Using the Solvent-Removable Process)

E 1220 Метод контроля видимой проникающей жидкостью с устранением жидкости растворителем (Test Method for Visible Penetrant Examination Using the Solvent-Removable Process)

E 1316 Терминология для неразрушающих видов контроля (Terminology for Nondestructive Examinations)

E 1418 Метод контроля видимой проникающей жидкостью со смыванием жидкости водой (Test Method for Visible Penetrant Examination Using the Water-Washable Process

2.2 *Документы ASNT:*

Рекомендуемая методика SNT-TC-1A для аттестации и сертификации персонала, проводящего неразрушающее испытание

Стандарт ANSI/ASNT CP-189 для аттестации и сертификации персонала, проводящего неразрушающее испытание

2.3 *Военный стандарт:*

MIL-STD-410 аттестация и сертификация персонала, проводящего неразрушающее испытание (Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification)

2.4 *Стандарт APHA:*

429 Метод контроля воды и сточных вод (Method for the Examination of Water and Waste-water)

NAS-410 аттестация и сертификация персонала, проводящего неразрушающее испытание (Certification and Qualification of Nondestructive Test Personnel)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 Определения, относящиеся к дефектоскопии методом проникающей жидкости, которые появляются в Терминологии E 1316 (Terminology E 1316), должны применяться к терминам, используемым в данном стандарте.

4. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДА ИСПЫТАНИЯ

4.1 Проникающая жидкость, которая может быть видимым или флуоресцентным материалом, равномерно наносится на исследуемую поверхность и заполняет открытые несплошности. Спустя необходимое время выдержки, излишки проникающей жидкости удаляются с поверхности. Проявитель наносится для извлечения захваченной жидкости из несплошности, которая его окрашивает. Затем испытательная поверхность подвергается контролю для определения присутствия или отсутствия индикаторных следов.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Проявитель может не использоваться по соглашению между покупателем и поставщиком.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: **Осторожно** — Дефектоскопия методом флуоресцентной проникающей жидкости не должна следовать за дефектоскопией методом видимой проникающей жидкости до тех пор, пока процедура не будет сертифицирована в соответствии с п. 10.2, так как видимые красители могут вызвать разрушение или гашение флуоресцентных красителей.

4.2 Технологические параметры, такие как предварительная очистка поверхности, время проникновения и методы удаления излишков проникающей жидкости, определяются специфичностью используемых материалов, природой исследуемой части (а именно, размером, формой, состоянием поверхности, сплавом), а также ожидаемым типом несплошностей.

5. ВАЖНОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

5.1 Методы контроля проникающей жидкостью помогают определить наличие, расположение и, в некоторой степени, природу и величину обнаруженных несплошностей. Каждый из различных методов был разработан для применения в особых случаях, таких как критические рабочие элементы, объем частей, переносимость или локализованные участки контроля. Выбор метода будет зависеть, соответственно, от эксплуатационных требований.

ТАБЛИЦА 1
КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

Тип I — Дефектоскопия методом флуоресцентной проникающей жидкости
Метод A — Со смыванием водой (см. Метод испытания E 1209)
Метод B — Постэмульгационный, липофильный (см. Метод испытания E 1208)
Метод C — Устраняемый растворителем (см. Метод испытания E 1219)
Метод D — Постэмульгационный, гидрофильный (см. Метод испытания E 1210)

Тип II — Дефектоскопия методом видимой проникающей жидкости
Метод A — Со смыванием водой (см. Метод испытания E 1418)
Метод C — Устраняемый растворителем (см. Метод испытания E 1220)

6. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОНИКНОВЕНИЙ И МЕТОДОВ

6.1 Методы и типы контроля проникающей жидкостью классифицируются, как показано в Таблице 1.

6.2 При *дефектоскопии методом флуоресцентной проникающей жидкости* используются проникающие жидкости, которые ярко флуоресцируют под воздействием невидимого излучения (см. п. 8.9.1.2). Чувствительность флуоресцентных проникающих жидкостей зависит от их способности удерживаться внутри несплошностей различного размера во время обработки, а затем просачиваться через слой проявителя и давать индикаторные следы, которые будут флуоресцировать. Флуоресцентные индикации намного ярче окружающего фона при осмотре при невидимом излучении.

6.3 При *дефектоскопии методом видимой проникающей жидкости* используют проникающую жидкость, которую можно увидеть при видимом свете. Проникающая жидкость обычно имеет красный цвет и, таким образом, индикации создают определенный контраст с белым фоном проявителя. Процесс использования видимой проникающей жидкости не требует использования невидимого излучения. Однако индикации, полученные с помощью видимой проникающей жидкости, должны оцениваться при соответствующем белом свете (см. п. 8.9.2.1).

7. ТИПЫ МАТЕРИАЛОВ

7.1 *Материалы для дефектоскопии методом проникающей жидкости* (см. Примечания 3, 4 и 5) состоят из флуоресцентных и видимых проникающих жидкостей, эмульгаторов (на масляной и водной основе; быстродействующих и медленнодействующих), средств для удаления растворителя и проявителей. Набор материалов для дефектоскопии методом проникающей жидкости состоит из соответствующей проникающей жидкости и эмульгатора или средства для удаления жидкости согласно рекомендации изготовителя. Смешивание материалов от различных изготовителей не рекомендуется.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Особые требования к содержанию серы, галогенов и щелочных металлов – см. в п.9.1.

ПРИМЕЧАНИЕ 4: **ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ** — Хотя утвержденные проникающие материалы не должны отрицательно влиять на общие материалы с металлическими свойствами, некоторые виды пластмасс и резины могут разбухнуть и окраситься под воздействием определенных проникающих материалов.

7.2 *Проникающие жидкости материалы:*

7.2.1 *Постэмульгируемые проникающие материалы* должны быть нерастворимыми в воде и не могут быть удалены только путем смывания водой. Они должны быть выборочно удалены с поверхности с использованием специального эмульгатора. Эмульгатор, правильно нанесенный и выдержанный на поверхности необходимое время, соединяется с избыточным поверхностным проникающим материалом для образования смываемой водой смеси, которая может быть удалена с поверхности, не оставляя флуоресцентного фона. Необходимое время эмульгирования должно быть экспериментально установлено и соблюдено во избежание возникновения чрезмерного эмульгирования, ведущего к потере индикаций.

7.2.2 *Проникающие материалы, смываемые водой* имеют состав, обеспечивающий полное смывание водой с поверхности испытываемой детали спустя необходимое время выдерживания проникающего материала. Так как эмульгатор входит в состав смываемого водой проникающего материала, очень важно провести необходимый технологический контроль процесса удаления избыточного проникающего материала с поверхности во избежание чрезмерного смывания. Смываемые водой проникающие материалы могут быть вымыты из несплошностей, если процесс смывания слишком затягивается и осуществляется слишком энергично. Некоторые проникающие материалы менее устойчивы к чрезмерному смыванию, чем другие.

7.2.3 *Удаляемые растворителем проникающие материалы* имеют состав, обеспечивающий удаление избыточного поверхностного проникающего материала, протирая до тех пор, пока большая часть проникающего материала не будет удалена. Остатки должны быть удалены с помощью растворителя (см. п. 8.6.4.1). Для сведения к минимуму вымывания проникающего материала из несплошностей, необходимо соблюдать осторожность во избежание использования избыточного количества растворителя. Промывание поверхности струей растворителя для удаления избыточного проникающего материала запрещено.

7.3 *Эмульгаторы:*

7.3.1 *Липофильные эмульгаторы* представляют собой маслорастворимые жидкости, используемые для эмульгирования избыточного количества маслянистого проникающего материала на поверхности части, делая его водосмываемым. Скорость диффузии определяет время эмульгирования. Они являются либо быстродействующими, либо медленнодействующими, в зависимости от их вязкости и химического состава, а также шероховатости поверхности исследуемого участка (см. п. 8.6.2).

7.3.2 *Гидрофильные эмульгаторы* представляют собой водорастворимые жидкости, используемые для эмульгирования избыточного количества маслянистого флуоресцентного проникающего материала на поверхности детали, делая его водосмываемым (См. 8.6.3). Эти эмульгаторы на водной основе (моющие средства) поставляются в виде концентратов, которые необходимо разводить водой и использовать как раствор для эмульгирования погружением или распылением. Концентрация, использование и хранение должны соответствовать рекомендациям изготовителя.

7.3.2.1 Гидрофильные эмульгаторы действуют путем вытеснения пленки избыточного проникающего материала с поверхности детали в результате смывающего действия. Сила распыления воды или воздушного / механического взбалтывания в открытом резервуаре для погружения дает чистящий эффект в то время, как моющее средство вытесняет пленку проникающего материала с поверхности детали. Время эмульгирования должно варьироваться, в зависимости от концентрации эмульгатора, которую можно проверить путем использования соответствующего рефрактометра.

7.4 *Растворители* действуют путем растворения проникающего материала, позволяя протереть поверхность дочиста, не оставляя следов избыточного проникающего материала, как описано в п . 8.6.4.

7.5 *Проявители* — Проявление индикаций проникающей жидкости представляет собой процесс извлечения проникающей жидкости из открытых несплошностей в результате впитывающего действия нанесенного проявителя и, таким образом, увеличивая различимость индикаций.

7.5.1 *Сухие порошкообразные проявители* используются в том виде, в котором они поставляются (а именно, сыпучий, неспекающийся порошок) согласно п. 8.8.2. Необходимо соблюдать осторожность для того, чтобы не допустить загрязнения проявителя флуоресцентным проникающим материалом, так как пятна проникающего материала могут появиться в виде индикаций.

7.5.2 *Водные проявители* обычно поставляются в виде сухих порошкообразных частиц, которые необходимо либо взвесить, либо растворить (растворимые) в воде. Концентрация, использование и хранение должны соответствовать рекомендациям изготовителя (см. п. 8.8.3).

ПРИМЕЧАНИЕ 5: **Осторожно** — Водные проявители могут вызвать стирание индикаций при неправильном нанесении и контроле. Процедура должна быть сертифицирована согласно п. 10.2.

7.5.3 *Неводные влажные проявители* поставляются в виде частиц проявителя, взвешенных в носителе неводного растворителя, готового к использованию в состоянии непосредственно после поставки. Неводные влажные проявители образуют слой на поверхности детали при высыхании, который служит средством проявления (см. п. 8.8.4).

ПРИМЕЧАНИЕ 6: **Осторожно** — Это тип проявителя предназначен для нанесения только путем распыления.

7.5.4 *Жидкостные проявители* представляют собой растворы или коллоидные суспензии смол/полимеров в соответствующем носителе. Эти проявители должны создать лессирующий или прозрачный слой на поверхности детали. Некоторые типы пленочного проявителя могут быть удалены с поверхности детали или сохранены для внесения в протокол (см. п. 8.8.5).

8. ПРОЦЕДУРА

8.1 Следующие общие технологические рекомендации применяются (см. Рис. 2, 3 и 4) к методам контроля как флуоресцентной, так и видимой проникающей жидкостью (см. Рис. 1).

8.2 *Диапазон температур* — Температура проникающих материалов и поверхности обрабатываемой детали должна быть в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C). Если соблюдение этих температурных ограничений невозможно, необходимо сертифицировать процедуру, как описано в п. 10.2, при температуре предполагаемого использования и в соответствии с пунктами соглашения, заключенного между договаривающимися сторонами.

8.3 *Зачистка поверхности перед дефектоскопией методом проникающей жидкости* — Удовлетворительные результаты обычно могут быть получены на поверхностях в состоянии непосредственно после сварки, после прокатки, после отливки или после ковки (или для керамики -в уплотненном состоянии). Чувствительные проникающие материалы, как правило, являются менее легко смываемыми и меньше подходят для необработанных поверхностей. При присутствии на поверхности только рыхлых остатков, их можно удалить, протирая поверхности чистой тканью без ворса. Однако, предварительная очистка металлов для удаления остатков в результате процесса обработки, таких как масло, графит, окалина, изолирующие материалы, покрытия

РИС. 1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ МЕТОДОМ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СМЫВАНИЯ ВОДОЙ (МЕТОД ИСПЫТАНИЯ E 1209 ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И МЕТОД ИСПЫТАНИЯ E 1220 ДЛЯ ВИДИМОГО СВЕТА)

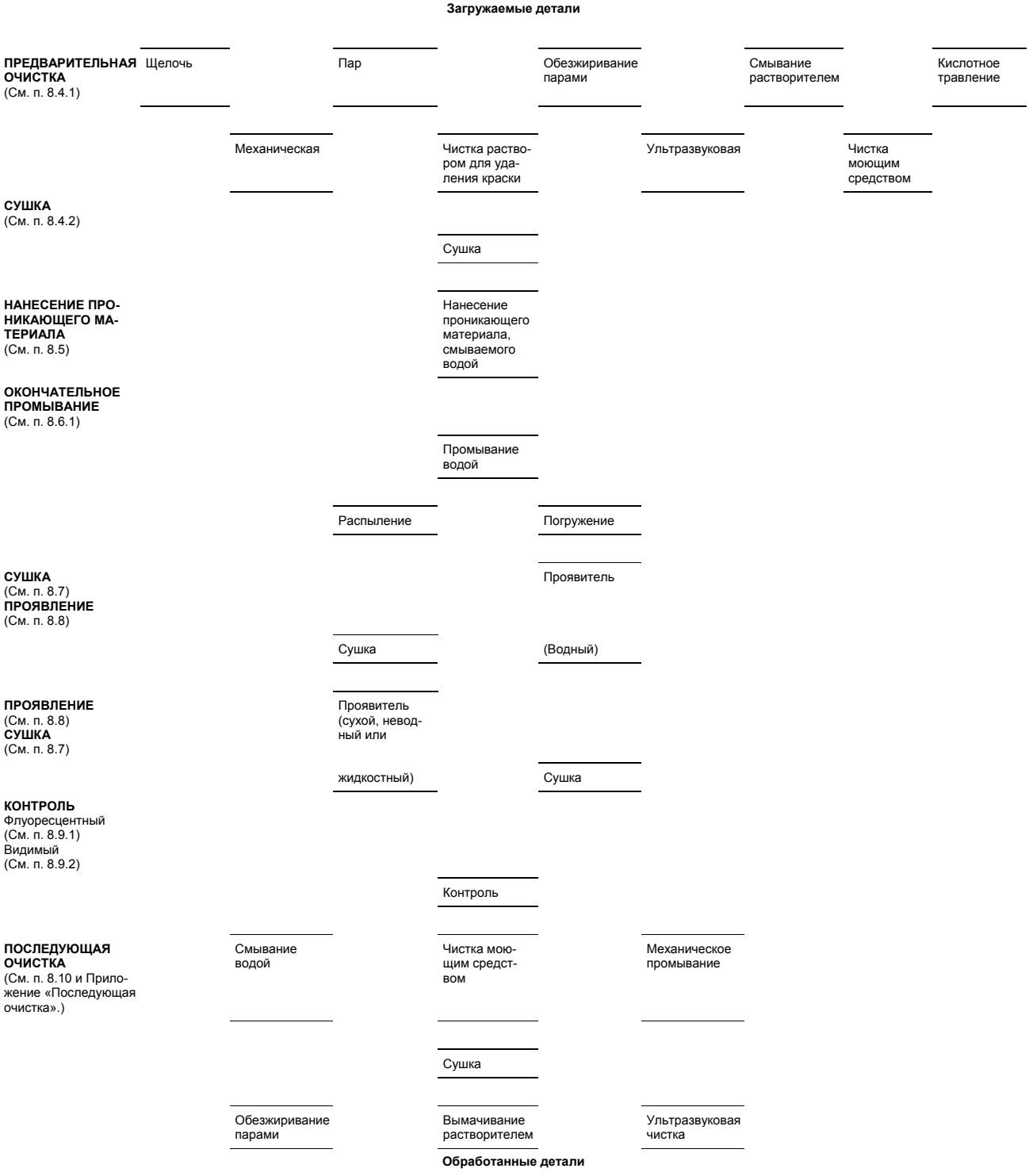


РИС. 2 ТИП 2 –ПОСТЭМУЛЬГИРУЕМЫЕ ПРОЦЕДУРЫ A-2 (ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ) И B-2 (ВИДИМАЯ)

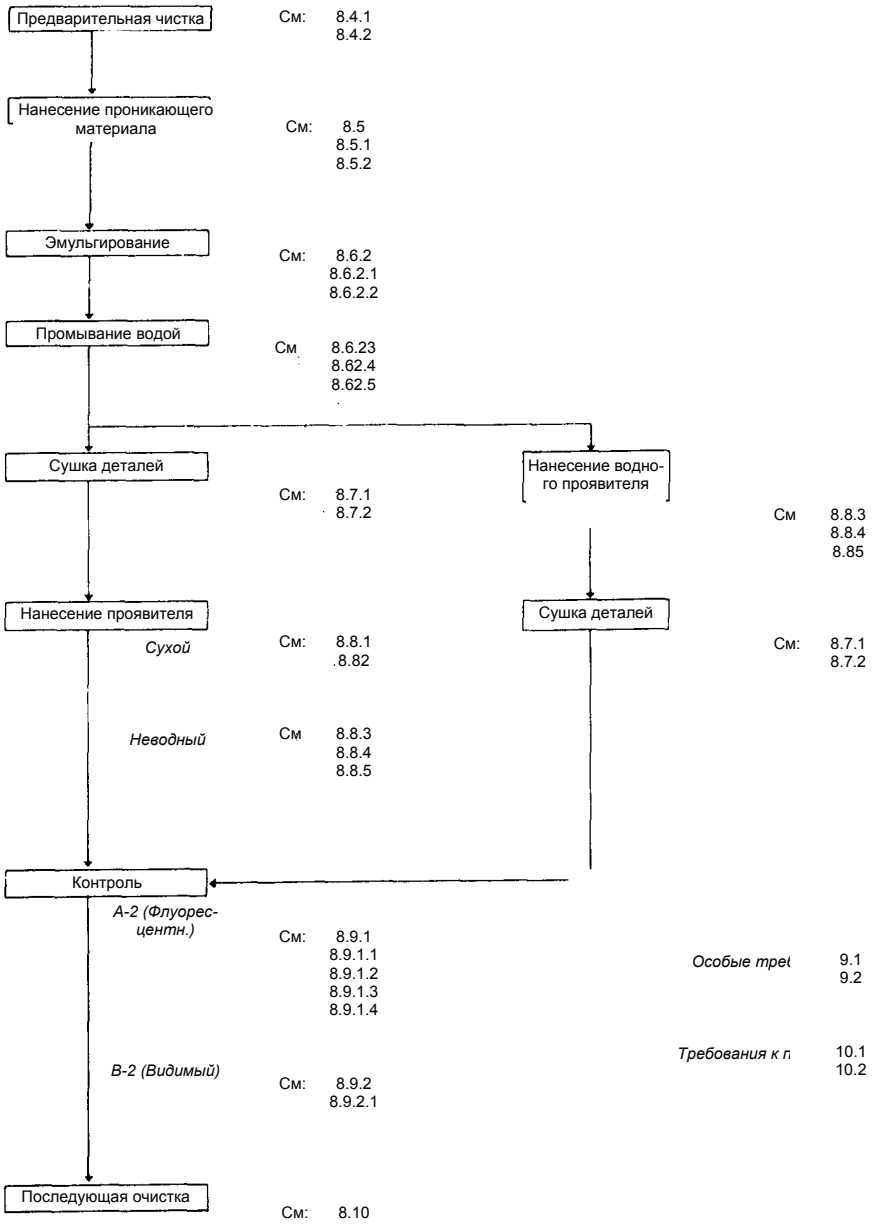


РИС. 3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОВЕДЕНИЯ ДЕФЕКТОСКОПИИ, МЕТОДОМ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ, ИСПОЛЬЗУЯ ПРОЦЕСС УДАЛЕНИЯ РАСТВОРИТЕЛЕМ (МЕТОД ИСПЫТАНИЯ E 1219 ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И МЕТОД ИСПЫТАНИЯ E 1220 ДЛЯ ВИДИМОГО СВЕТА)

Загружаемые детали

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЧИСТКА
(См. п. 8.4.1)

Щелочь | Пар | Обезжиривание парами | Смывание растворителем | Кислотное травление

Механическая | Чистка раствором для удаления краски | Ультразвуковая | Чистка моющим средством

СУШКА
(См. п. 8.4.2)

Сушка

НАНЕСЕНИЕ ПРОНИКАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА
(См. п. 8.5))

Нанесение флуоресцентного проникающего материала, удаляемого растворителем

УДАЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОГО ПРОНИКАЮЕЩГО МАТЕРИАЛА
(См. п. 8.6.4)

Вытирание растворителем

СУШКА
(См. п. 8.7)

Сушка

ПРОЯВИТЕЛЬ
(См. п. 8.8)

Неводный

Влажный или жидкостный проявитель | Водный проявитель

СУШКА
(см. п. 8.7)

Сушка

КОНТРОЛЬ
Флуоресцентный
(См. п. 8.9.1)
Видимый
(См. п. 8.9.2)

Контроль

ПОСЛЕДУЮЩАЯ ОЧИСТКА
(См. п. 8.10 и Приложение «Последующая очистка»)

Смывание водой | Чистка моющим средством | Механическое промывание

Сушка

Обезжиривание парами | Вымачивание растворителем | Ультразвуковая чистка

Обработанные детали

и т.д., должна быть произведена, используя моющие растворители, обезжиривание в парах растворителя или процессы химического удаления. Зачистка поверхности путем шлифовки, механической обработки, полировки или травления должна следовать за дробеструйной, пескоструйной очисткой, обдувкой металлической крошкой или мокрой пескоструйной обработкой для удаления наклепанного слоя и когда задержка проникающей жидкости в неровностях поверхности может скрыть признаки неприемлемых несплошностей или, напротив, помешать эффективности проведения контроля. Для металлов, при отсутствии иных указаний, травление должно осуществляться в случае, если становится очевидно, что предыдущая очистка, обработка поверхности или обслуживание привели поверхность в состояние, которое снижает эффективность дефектоскопии проникающей жидкостью. (Меры предосторожности - см. в Приложении Al.1.1.8.)

ПРИМЕЧАНИЕ 7: По соглашению между покупателем и поставщиком приемлемым методом очистки может быть обдувка металлической крошкой без последующего травления.

ПРИМЕЧАНИЕ 8: **Осторожно** — Пескоструйная или дробеструйная очистка может стать причиной закрывания несплошностей. Также особую осторожность необходимо проявить при выполнении шлифования и механической обработки во избежание маскирования несплошностей.

ПРИМЕЧАНИЕ 9: Для конструкционной или электронной керамики не рекомендуется проводить подготовку поверхности к дефектоскопии, проникающей жидкостью путем шлифовки, пескоструйной очистки и травления из-за возможности повреждения поверхности.

8.4 *Удаление с поверхности загрязняющих веществ*:

8.4.1 *Предварительная очистка* — Успех любой процедуры контроля проникающей жидкостью сильно зависит от отсутствия на несплошностях и поверхности вокруг них загрязняющих веществ (твердых или жидких), которые могут помешать процессу проникновения. Поверхности всей исследуемой детали или ее отдельные площади должны быть очищены и высушены перед нанесением проникающего материала. Если необходимо исследовать только один участок детали, такой как сварной шов, включая зону термического влияния, то все загрязняющие вещества должны быть удалены с исследуемой площади, как определено договаривающимися сторонами. Термин «чистый» должен означать, что поверхность не содержит ржавчины, окалины, сварочных флюсов, брызг металла, жира, краски, маслянистых пленок, грязи и т.д., которые могут помешать процессу проникновения. Все эти виды загрязнений могут помешать жидкости проникнуть в несплошности (см. Приложение «Очистка деталей и материалов»).

ПРИМЕЧАНИЕ 10: **Осторожно** — Остатки очищающих материалов, такие как сильные щелочи, травильные растворы и, особенно хроматы, могут вступить в нежелательную реакцию с проникающим материалом и снизить степень их чувствительности и эффективности.

8.4.2 *Сушка после очистки* — Важно, чтобы поверхность деталей была тщательно высушена после очистки, так как любые остатки жидкости будут препятствовать попаданию проникающего материала. Сушка может быть произведена путем нагревания деталей в сушильных печах, с помощью инфракрасных ламп, сжатого горячего воздуха или при температуре окружающей среды.

8.5 *Нанесение проникающего материала* — После того, как деталь была очищена, высушена и доведена до температуры в пределах заданного диапазона, на исследуемую поверхность наносят проникающий материал так, чтобы полностью покрыть всю деталь или исследуемую площадь.

8.5.1 *Способы нанесения* — Существуют различные способы эффективного нанесения проникающего материала, такие как погружение, нанесение кистью, обливание или распыление. Мелкие детали довольно часто помещают в соответствующие корзины и погружают в резервуар с проникающей жидкостью. На детали большего размера, а также детали со сложной формой, проникающий материал может быть эффективно нанесен кистью или распылителем. Как стандартный, так и электростатический пистолет-распылитель является эффективным средством нанесения проникающих жидкостей на поверхности детали. Электростатический способ нанесения проникающего материала распылением может уменьшить количество скапливающейся на детали избыточной проникающей жидкости, свести к минимуму чрезмерное напыление и количество проникающего материала, попадающего в полые проходы, которые могут служить как резервуары для проникающего материала, вызывая серьезные проблемы, связанные с вытеканием материала во время проведения контроля. Аэрозольные распылители являются легко переносными и подходят для локального нанесения.

ПРИМЕЧАНИЕ 11: **Осторожно** — Не все проникающие материалы подходят для нанесения электростатическим распылением, поэтому перед использованием необходимо провести испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ 12: **Предупреждение** — При нанесении материала распылением, важно обеспечить должную вентиляцию. Она достигается, главным образом, путем использования соответствующе спроектированной окрасочной кабины и вытяжной системы.

8.5.2 *Время выдержки проникающего материала* — После нанесения, дать избыточному проникающему материалу стечь с детали (необходимо соблюдать осторожность, чтобы не допустить образования лужиц проникающего материала на детали), выдерживая его на поверхности необходимое время (см. Таблицу 2). Продолжительность времени, в течение которого проникающий материал должен оставаться на детали для достижения необходимой степени проникновения, должна соответствовать рекомендациям изготовителя проникающего материала. В Таблице 2, однако, предоставляется руководство по выбору времени выдержки проникающего материала для разнообразия материалов, форм и типов несплошностей. При отсутствии иных указаний, время выдержки не должно превышать максимальный предел, рекомендуемый изготовителем.

ПРИМЕЧАНИЕ 13: Для применения в некоторых конкретных случаях на конструкционной керамике (например, обнаружение разделяющих линий на литом керамическом материале), необходимое время выдержки проникающего материала должно определяться экспериментально и может превышать значения, заданные в Таблице 1 и примечаниях к ней.

8.6 *Удаление проникающего материала*

8.6.1 *Смываемый водой:*

8.6.1.1 *Удаление избыточного проникающего материала* — Спустя необходимое время проникновения, избыточное количество проникающего материала на исследуемой поверхности должно быть удалено водой, обычно смыванием. Его можно смыть вручную, с помощью автоматического или полуавтоматического водораспылительного оборудования или погружением. Для смывания погружением, детали полностью погружают в водяную ванну с воздушным или механическим взбалтыванием. Необходимо избегать скопления воды в поверхностных порах или канавках. Если конечный этап промывания не является эффективным, о чем говорит присутствие на поверхности остатка проникающего материала после промывания, необходимо высушить (см. п. 8.7), повторно очистить деталь, а затем снова нанести проникающий материал и выдержать в течение установленного времени.

ТАБЛИЦА 2
РЕКОМЕНДУЕМОЕ МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ

Материал	Форма	Тип несплошности	Время выдержки[A] (минуты)	
			Проникающий материал[B]	Проявитель[C]
Алюминий, марганец, сталь, латунь и бронза, титан и жаропрочные сплавы	отливки и сварные швы	холодные спаи, пористость, непровар, трещины (все формы)	5	10
	деформируемые материалы — выдавленные профили, поковки, лист	морщины, трещины (все формы)	10	10
Твердосплавные инструменты		непровар, пористость, трещины	5	10
Пластмасса	все формы	трещины	5	10
Стекло	все формы	трещины	5	10
Керамика	все формы	трещины, пористость	5	10

[A] Для диапазона температур от 50 до 100°F (10 - 38°C) для флуоресцентных проникающих материалов и от 50 до 125°F (10 - 52°C) для видимых проникающих материалов.
[B] Максимальное время выдержки проникающего материала согласно п. 8.5.2.
[C] Отсчет времени проявления начинается, как только высохнет слой влажного проявителя на поверхности деталей (рекомендуемое минимальное время). Максимальное время проявления должно соответствовать п. 8.8.6.

(a) Температура воды должна быть относительно постоянной и должна поддерживаться в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C).

(b) Давление распыляемой промывочной воды не должно превышать 40 фунт/дюйм^2 (280 кПа).

(c) Время промывки не должно превышать 120 секунд, при отсутствии иных указаний в спецификации на деталь или материал.

ПРИМЕЧАНИЕ 14: **Осторожно** — Избегать чрезмерного промывания. Обильное промывание может стать причиной вымывания проникающего материала из несплошностей. С помощью методов флуоресцентного проникающего материала, произвести промывание при невидимом излучении так, чтобы можно было определить, когда проникающий материал будет, в достаточной мере, удален с поверхности.

8.6.1.2 *Удаление вытиранием* — В случаях особого нанесения, проникающий материал может быть удален путем вытирания поверхности чистым впитывающим материалом, смоченным водой, до полного удаления избыточного проникающего материала, определяемого с помощью контроля при невидимом излучении для флуоресцентных методов и при белом свете для видимых методов.

8.6.2 *Липофильное эмульгирование:*

8.6.2.1 *Нанесение эмульгатора* — Спустя необходимое время проникновения, избыточный проникающий материал должен подвергаться эмульгированию путем погружения или обливания детали необходимым эмульгатором (эмульгатор соединяется с избыточным проникающим материалом на поверхности, образуя смесь, удаляемую путем промывания водой). После нанесения эмульгатора, нужно дать ему стечь, чтобы не допустить образования лужиц эмульгатора на детали.

8.6.2.2 Отсчет *времени эмульгирования* начинается, как только эмульгатор будет нанесен. Продолжительность времени выдерживания эмульгатора на детали, а также контакта с проникающим материалом зависит от типа используемого эмульгатора и состояния поверхности (гладкая или шероховатая). Номинальное время эмульгирования должно соответствовать рекомендации изготовителя. Фактическое время эмульгирования должно быть определено экспериментально для каждого особого способа нанесения. Отделка поверхности (шероховатость) детали является важным фактором при выборе эмульгатора и во время эмульгирования. Продолжительность контакта должна стремиться к наименьшему возможному времени, согласующемуся с приемлемым фоном, и не должна превышать максимальное время, заданное для детали или материала.

8.6.2.3 *Последующее смывание* — Последующее эффективное смывание эмульгированной проникающей жидкости с поверхности может производиться с помощью ручного, полуавтоматического или автоматического оборудования для погружения в воду или распыления или же путем сочетания вышеперечисленного оборудования.

8.6.2.4 *Погружение* — Для последующего смывания погружением, детали полностью погружают в водную ванну с воздушным или механическим перемешиванием. Время и температура должны сохраняться постоянными.

(a) Максимальное время погружения не должно превышать 120 секунд, при отсутствии иных указаний в спецификации на деталь или материал.

(b) Температура воды должна быть относительно постоянной и должна сохраняться в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C). **Осторожно:** Чистовое смывание может потребоваться после погружения.

8.6.2.5 *Последующее смывание распылением* — Последующее эффективное смывание, следующее за эмульгированием, может также быть выполнено путем ручного или автоматического смывания распылением воды на детали следующим образом:

(a) Контрольная температура промывочной воды должна быть в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C).

(b) Давление распыляемой промывочной воды должно быть в соответствии с рекомендациями изготовителя.

(c) Максимальное время распыления не должно превышать 120 секунд, при отсутствии иных указаний в спецификации на деталь или материал.

8.6.2.6 *Эффективность промывания* — Если этап эмульгирования и конечного промывания не является эффективным, о чем свидетельствуют остатки проникающего материала на поверхности после эмульгирования и промывания, то необходимо высушить (см. п. 8.7), повторно очистить деталь и снова нанести проникающий материал для выдерживания на поверхности в течение установленного времени.

8.6.3 *Гидрофильное эмульгирование:*

8.6.3.1 *Предварительное промывание* — Спустя необходимое время проникновения, рекомендуется, сразу подвергнуть детали предварительному промыванию водой перед эмульгированием (п. 8.6.3.3). Этот этап позволяет удалить избыточное количество проникающего материала с поверхности деталей перед эмульгированием для того, чтобы свести к минимуму степень загрязнения проникающим материалом гидрофильного эмульгатора в ванне и, таким образом, продлевая срок его службы. Более того, предварительное промывание детали, на которую был нанесен проникающий материал, сводит к минимуму возможное загрязнение маслянистым проникающим материалом на этапе окончательного промывания в этом процессе. Это достигается путем сбора воды, которой осуществлялось предварительное промывание, в сборный резервуар, отделяя проникающий материал от воды.

8.6.3.2 *Способы контроля предварительного промывания* — Эффективное предварительное промывание осуществляется с помощью ручного или автоматического оборудования для промывания распылением воды на детали следующим образом:

(a) Вода не должна содержать загрязняющих веществ, которые могут засорить распылительные насадки или оставить следы на деталях.

(b) Контрольная температура воды должна быть в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C).

(c) Промывание распылением должно осуществляться под давлением воды от 25 до 40 фунт/дюйм^2 (175- 275 кПа).

(d) Продолжительность предварительного промывания должна равняться наименьшему возможному времени (обычно максимум 60 секунд) для обеспечения плотного остатка проникающего материала на деталях. Время промывания должно соответствовать промежуткам, заданным в спецификации на деталь или материал.

(e) Удалить воду, захваченную в полостях, используя фильтрованный производственный сжатый воздух под номинальным давлением в 25фунтов/дюйм^2 (175 кПа) или всасывающий прибор для удаления воды с объединенных участков.

8.6.3.3 *Нанесение эмульгатора* — После выдерживания в течение необходимого времени проникновения с последующим предварительным промыванием, остатки проникающего материала на поверхности детали должны быть подвергнуты эмульгированию путем погружения детали в ванну с гидрофильным эмульгатором (п. 8.6.3.4) или путем распыления эмульгатора по поверхности детали (п. 8.6.3.5), превращая, таким образом, остаточный проникающий материал на поверхности в смываемый на установке конечного промывания водой (п. 8.6.3.6).

8.6.3.4 *Погружение* — Для нанесения погружением, детали полностью погружаются в ванну с эмульгатором. Гидрофильный эмульгатор должен осторожно взбалтываться на протяжении всего цикла взаимодействия.

(a) Концентрация в ванне должна соответствовать рекомендациям изготовителя. Большинство гидрофильных эмульгаторов используются в объеме от 20 до 33% в воде. Номинальная используемая концентрация для нанесения погружением составляет 20%.

(b) Температура в ванне должна поддерживаться в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C).

(c) Продолжительность контакта при погружении должна стремиться к минимальному временному промежутку, согласующемуся с приемлемым фоном и не должна превышать 120 секунд или максимальный промежуток времени, указанный в спецификации на деталь или материал.

(d) Отсчет времени осушения эмульгатора начинается сразу после того, как детали будут извлечены из резервуара с эмульгатором и продолжается до тех пор, пока детали не будут промыты в установке для конечного промывания (п. 8.6.3.6). Эта продолжительность осушения должна стремиться к минимальному промежутку во избежание чрезмерного эмульгирования и не должна превышать 90 секунд.

8.6.3.5 *Нанесение распылением* — Для нанесения распылением, которое следует за этапом предварительного промывания, детали подвергаются эмульгированию путем нанесения эмульгатора распылением. На все поверхности детали должен быть равномерно распылен эмульгатор для обеспечения эффективного эмульгирования остатков проникающего материала на поверхностях детали с целью превращения его в материал, смываемый водой.

(a) Концентрация эмульгатора для нанесения распылением должна соответствовать рекомендациям изготовителя, но не должна превышать 5%.

(b) Температура должна поддерживаться в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C).

(c) Давление распыления должно составлять максимум 25 фунтов/дюйм^2 (175 кПа) для воздуха и максимум 40 фунтов/дюйм2 (280 кПа) для воды.

(d) Продолжительность контакта должна стремиться к минимальному временному промежутку, согласующемуся с приемлемым фоном и не должна превышать 120 секунд или максимальный промежуток времени, указанный в спецификации на деталь или материал.

8.6.3.6 *Последующее промывание деталей, подвергнутых гидрофильному эмульгированию* — Последующее эффективное смывание эмульгированного проникающего материала с поверхности может быть произведено, используя ручное, полуавтоматическое или автоматическое оборудование для погружения в воду или распыления или путем сочетания вышеперечисленного оборудования.

8.6.3.7 *Последующее промывание погружением* — Детали должны полностью погружаться в водяную ванну воздушным или механическим взбалтыванием.

(a) Температура воды должна быть относительно постоянной и должна сохраняться в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C).

(b) Максимальное время погружения не должно превышать 120 секунд, при отсутствии иных указаний в спецификации на деталь или материал. **Осторожно:** Чистовое промывание может потребоваться после погружения.

8.6.3.8 *Последующее промывание распылением* — После эмульгирования, детали могут быть подвергнуты последующему промыванию распылением воды при заданных ниже условиях:

(a) Контрольная температура промывочной воды должна быть в диапазоне от 50 до 100°F (10 - 38°C).

(b) Давление распыляемой промывочной воды должно быть в соответствии с рекомендациями изготовителя.

(c) Максимальное время промывания распылением не должно превышать 120 секунд, при отсутствии иных указаний в спецификации на деталь или материал.

8.6.3.9 Если этапы эмульгирования и конечного промывания не являются эффективными, о чем свидетельствуют остатки проникающего материала на поверхности после эмульгирования и промывания, то необходимо высушить (см. п. 8.7), повторно очистить деталь и снова нанести проникающий материал для выдерживания на поверхности в течение установленного времени

8.6.4 *Проникающие материалы, удаляемые растворителем:*

8.6.4.1 *Удаление избыточного проникающего материала* — Спустя необходимое время проникновения, избыточное количество проникающего материала удаляется, насколько это возможно, путем вытирания лоскутками сухого чистого материала без пуха, повторяя процедуру до тех пор, пока большая часть следов проникающего материала не будет удалена. Затем, с помощью материала без пуха, слегка смоченного растворителем, осторожно удаляются оставшиеся следы проникающего материала для предотвращения извлечения проникающего материала из несплошностей. Избегать использования чрезмерного количества растворителя. Если этап вытирания не является эффективным, о чем свидетельствует возникновение трудностей с удалением чрезмерного проникающего материала, то необходимо высушить деталь (см. п. 8.7), повторно нанести проникающий материал и выдержать в течение установленного времени. Обливание поверхности растворителем после нанесения проникающего материала и перед проявлением запрещено.

8.7 *Сушка* — Перед нанесением сухого или неводного проявителя или после нанесения водного проявителя необходимо провести сушку поверхности детали. Время сушки должно варьироваться в зависимости от размера, природы и количества исследуемых деталей.

8.7.1 *Параметры сушки* — Компоненты должны быть подвергнуты воздушной сушке при комнатной температуре или высушены в сушильной печи. Температура в сушильной печи не должна превышать 160°F (71°C). Время сушки должно быть достаточным только для надлежащего высушивания детали. Компоненты должны быть извлечены из печи сразу после высушивания. Компоненты не должны помещаться в печь со скоплениями воды или водных растворов/суспензий на поверхностях.

8.7.2 *Временные пределы сушки* — Не оставлять детали в сушильной печи дольше, чем требуется для высушивания поверхности. Выдерживание в сушилке в течение более 30 минут может снизить чувствительность контроля.

8.8 *Нанесение проявителя:*

8.8.1 *Способы нанесения* — Существуют различные способы эффективного нанесения различных типов проявителей, такие как припыливание, погружение, обливание или распыление. Размер, конфигурация, состояние поверхности, количество обрабатываемых деталей и т.д. должны повлиять на выбор способа нанесения проявителя.

8.8.2 *Сухой порошкообразные проявитель* — Сухие порошкообразные проявители должны наноситься сразу после сушки таким образом, чтобы обеспечить полное покрывание детали. Детали могут быть погружены в резервуар с сухим проявителем или в жидкий слой сухого проявителя. Также может быть напыление порошкообразным проявителем с помощью ручного пульверизатора или стандартного или электростатического пистолета для распыления порошка. Как правило, сухой порошок может быть эффективно нанесен в закрытом пылесборнике, который создает рабочее и контролируемое облако пыли. Другие способы, соответствующие размеру и геометрии образца, могут быть применены при условии, что напыление порошка равномерно по всей исследуемой поверхности. Излишний порошок может быть удален путем встряхивания или постукивания по детали или же в результате сдувания сухим чистым сжатым воздухом под низким давлением (5 - 10 фунтов/дюйм^2) (34 - 70 кПа).

ПРИМЕЧАНИЕ 15: **Осторожно** — Интенсивность воздушной струи должна устанавливаться экспериментально для каждого случая нанесения.

8.8.3 *Водные проявители* — Водные проявители должны быть нанесены на деталь сразу после удаления излишнего проникающего материала и перед сушкой. Водные проявители должны приготавливаться и храниться согласно рекомендациям изготовителя и наноситься таким образом, чтобы обеспечить полное равномерное покрывание детали. Необходимо соблюдать осторожность при использовании водного проявителя с проникающими материалами, смываемыми водой во избежание возможного стирания индикаций. Водные распылители могут быть нанесены путем распыления (см. Примечание 17), заливки или погружения детали. Обычно детали погружают в ванну с приготовленным проявителем. Время погружения детали должно быть достаточным только для нанесения слоя проявителя на все поверхности детали (см. Примечание 18). Затем извлечь детали из ванны с проявителем и дать стечь. Осушить излишнее количество проявителя из канавок и захваченных участков для предотвращения скопления проявителя, который может скрыть несплошности. Высушить детали согласно п. 8.7. Высохший слой проявителя проявляется в виде полупрозрачного или белого покрытия на детали.

ПРИМЕЧАНИЕ 16: **Осторожно** — Мелкокапельное распыление не рекомендуется, так как это может привести к появлению пятнистой пленки.

ПРИМЕЧАНИЕ 17: **Осторожно** — Если детали остаются в ванне слишком долго, то индикация могут исчезнуть.

8.8.4 *Неводные влажные проявители* — После того, как излишнее количество проникающего материала будет удалено, а поверхность высушена, нанести проявитель путем распыления таким образом, чтобы обеспечить полное покрывание детали тонкой равномерной пленкой проявителя. Носитель проявителя такого типа испаряется очень быстро при обычной комнатной температуре, поэтому, нет необходимости использовать сушилку (см. Примечание 20). Погружение или обливание деталей неводными проявителями запрещается, так как они могут вымыть или растворить материал, проникший в несплошности, в результате растворяющего действия проявителей такого типа.

ПРИМЕЧАНИЕ 18: **Осторожно** — Пары, исходящие от испаряющегося летучего носителя растворяющего проявителя, могут быть опасными. Надлежащая вентиляция должна обеспечиваться во всех случаях, а особенно, когда исследуемая поверхность находится внутри закрытого пространства, например, в технологическом барабане или маленьком складском резервуаре.

8.8.5 *Жидкостные проявители* — Нанести путем распыления согласно рекомендациям изготовителя. Распылить проявитель на детали таким образом, чтобы обеспечить полное покрывание исследуемого участка детали тонкой равномерной пленкой проявителя.

8.8.6 *Время проявления* — Продолжительность времени, в течение которого проявитель должен оставаться на детали перед контролем, должна быть не менее 10 минут. Отсчет времени проявления начинается сразу после нанесения сухого порошкообразного проявителя и как только высохнет слой влажного (водного и неводного) проявителя (т.е. носитель растворителя испарится досуха). Максимально допустимое время проявления составляет 2 часа для водных проявителей и 1 час для неводных растворителей.

8.9 *Контроль* — Провести контроль деталей после выдерживания времени проявления согласно п. 8.8.6 для того, чтобы позволить проникающему материалу вытечь из несплошностей в слой проявителя. Для упрощения интерпретации и оценивания индикаций, полезно наблюдать за процессом вытекания при нанесении проявителя.

8.9.1 *Контроль люминесцентным освещением:*

8.9.1.1 *Уровень видимого окружающего света* — Исследовать индикации, полученные с помощью люминесцентного проникающего материала, при невидимом излучении в затемненной зоне. Видимый окружающий свет не должен превышать 2 фут-свечей (20 лк). Измерение должно производиться с помощью соответствующего фотометра видимого света на исследуемой поверхности.

8.9.1.2 *Контроль уровня невидимого излучения* — Интенсивность невидимого света, как минимум 1000 мкВт/см^2, должна измеряться на исследуемой поверхности с помощью соответствующего измерителя невидимого излучения. Длина волны невидимого света должна быть в диапазоне от 320 до 380 нм. Интенсивность должна проверяться еженедельно для обеспечения необходимого выхода. Отражатели и фильтры должны подвергаться проверке ежедневно для обеспечения чистоты и целостности. Треснутые или разбитые ультрафиолетовые (УФ) фильтры должны быть сразу заменены. Дефектные колбы, которые излучают УФ энергию, должны быть заменены перед дальнейшим использованием. Так как падение линейного напряжения может стать причиной снижения выхода невидимого света с последующей несогласованной работой, при появлении признаков колебания напряжения необходимо использовать трансформатор постоянного напряжения.

Осторожно: Определенный высокоинтенсивный невидимый свет может излучать недопустимое количество видимого света, который станет причиной исчезновения флуоресцентных индикаций. Необходимо соблюдать осторожность при выборе колб и применять только те колбы, которые одобрены поставщиком для использования при таком виде контроля.

ПРИМЕЧАНИЕ 19: Рекомендуемая минимальная интенсивность света, заданная в п. 8.9.1.2, предназначена для общего использования. Для критических видов контроля, могут потребоваться более высокие уровни интенсивности.

8.9.1.3 *Разогрев невидимого света* — Дать невидимому свету разогреться, как минимум, в течение 10 минут перед его использованием или измерением интенсивности излучаемого ультрафиолетового света.

8.9.1.4 *Зрительная адаптация* — Инспектор должен находиться в затемненной зоне, как минимум, в течение 1 минуты перед исследованием деталей. При некоторых обстоятельствах может потребоваться более длительное пребывание.

ПРИМЕЧАНИЕ 20: **Осторожно** — Во время исследования нельзя носить фотохромные линзы.

8.9.2 *Контроль при видимом свете:*

8.9.2.1 *Уровень видимого света* — Видимая индикация проникающего материала могут быть изучены либо при естественном, либо при искусственном свете. Для предотвращения потери чувствительности контроля, необходимо обеспечить соответствующее освещение. Рекомендуемая минимальная интенсивность света на площади для исследования составляет 100 фут-свечей (1000 лк).

8.9.3 *Организация работ* — Не допускать появления на площади для исследования мешающего мусора, включая флуоресцентные объекты. Всегда тщательно организовывать действия.

8.9.4 *Оценка* — При отсутствии иных соглашений, обычно интерпретируют и оценивают несплошность на основе размера индикации (см. Справочные фотографии E 433).

8.10 *Последующая очистка* — Последующая очистка требуется в тех случаях, когда остаточный проникающий материал или проявитель может помешать последующей обработке или выполнению эксплуатационных требований. Это особенно важно, когда остаточные контрольные проникающие материалы могут соединиться с другими действующими факторами и, тем самым, стать причиной появления коррозии. Может применяться подходящий способ очистки, например, простое промывание водой, водораспыление, механическая промывка, обезжиривание парами, удаление растворителем или ультразвуковая очистка (см. Приложение «Последующая очистка»). Если требуется удалить проявитель, то рекомендуется сделать его как можно быстрее после контроля для того, чтобы он не «застыл» на детали.

ПРИМЕЧАНИЕ 21: **Осторожно** — Проявители должны быть удалены перед обезжириванием парами. Процесс обезжиривания парами может запечь проявитель на деталях.

9. ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

9.1 *Примеси:*

9.1.1 При использовании проникающих материалов на аустенитной нержавеющей стали, титане, сплаве на основе никеля или других жаропрочных сплавах, должна быть учтена необходимость ограничить содержание примесей, такие как сера, галоген и щелочные металлы. Эти примеси могут стать причиной хрупкости или коррозии, особенно при повышенных температурах. Любое такое оценивание должно также включать рассмотрение формы, в которой примеси присутствуют. Некоторые проникающие материалы содержат значительное количество этих примесей в форме летучих органических растворителей, которые обычно быстро испаряются и, как правило, не вызывают проблем. Другие материалы могут содержать примеси, которые не являются летучими и могут вступить в реакцию с деталью, особенно в присутствии влаги или при повышенной температуре.

9.1.2 Так как летучие растворители быстро испаряются с поверхности без вступления с ней в реакцию при нормальных процедурах контроля, то проникающие материалы обычно подвергаются процессу выпаривания для удаления растворителей перед исследованием материалов на примеси. Остаток в результате этой процедуры затем анализируется путем разложения согласно Методу испытания D 129, D 1552 или D 129, за которым следует Метод испытания D 516, Метод B (турбидиметрический метод) для серы. Остаток также может быть проанализирован с помощью Метода испытания D 808 или согласно Приложению A2 к «Методам измерения общего содержания хлора в горючих жидких проникающих материалах (для галогенов, помимо фтора)» и Приложению A3 к «Методам измерения общего содержания фтора в горючих жидких проникающих материалах (для фтора)». Альтернативная методика, Приложение A4 «Определение содержания анионов с помощью ионной хроматографии», обеспечивает единственный инструментальный

способ для быстрого последовательного измерения общего содержания анионов, таких как хлорид, фторид и сульфат. Щелочные металлы в остатке определяются с помощью пламенной фотометрии или атомно-абсорбционной спектрофотомерии.

ПРИМЕЧАНИЕ 22: Некоторые действующие стандарты указывают на то, что уровни примесей серы и галогенов, превышающие 1 % от любого подозрительного элемента, могут быть рассмотрены как чрезмерные. Однако, этот высокий уровень может быть неприемлем в некоторых случаях, поэтому решение о фактическом максимально допустимом уровне примесей должно приниматься между поставщиком и пользователем в зависимости от случая.

9.2 *Контроль при повышенной температуре* — Если дефектоскопия методом проникающего материала проводится на деталях, которые во время контроля должны находиться в среде с повышенной температурой, то могут потребоваться специальные материалы и способы обработки. Такой контроль требует аттестации согласно п. 10.2. Необходимо соблюдать рекомендации изготовителя.

10. АТТЕСТАЦИЯ И ПЕРЕАТТЕСТАЦИЯ

10.1 *Аттестация персонала* — По соглашению между пользователем/поставщиком, весь персонал, проводящий контроль, должен быть аттестован/сертифицирован в соответствии с письменной процедурой, соответствующей применяемому изданию рекомендуемой методики SNT-TC-1A, ANSI/ASNT CP-189, NAS-410 или MIL-STD-410.

10.2 *Сертификация процедуры* — Сертификация процедур, при которых используются временные промежутки или условия, которые отличаются от заданных, или же новые материалы, может быть проведена с помощью любого из нескольких методов и должна быть согласована между договаривающимися сторонами. Используется испытательный образец, содержащий одну или более несплошностей наименьшего релевантного размера. Испытательный образец может содержать реальные или искусственные несплошности, при условии, что они отражают характеристики несплошностей, которые обнаруживаются во время контроля изделия.

10.3 *Сертификация комплекса для проведения неразрушающего испытания* — Если для проведения контроля используется комплекс для неразрушающего испытания, как описано в Методике E 543, то комплекс должен отвечать требованиям Методики E 543.

10.4 *Повторная сертификация* может потребоваться при внесении изменений или замене типа проникающего материала или процедуры (см. п. 10.2).

11. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

11.1 испытание флуоресцентным жидким проникающим материалом; гидрофильное эмульгирование; липофильное эмульгирование; испытание жидким проникающим материалом; неразрушающее испытание; удаляемый растворителем; испытание видимым жидким проникающим материалом; методы со смыванием водой.

ПРИЛОЖЕНИЯ

(Обязательная информация)

AL. ОЧИСТКА ДЕТАЛЕЙ И МАТЕРИАЛОВ

A1.1 Выбор метода очистки

A1.1.1 Выбор подходящего метода очистки основывается на следующих факторах: *(1)* тип удаляемого загрязняющего вещества, так как ни один метод не позволяет удалить все загрязнения одинаково хорошо; *(2)* действие метода очистки на детали; *(3)* практичность метода очистки для детали (например, большую деталь невозможно поместить в маленькую установку для обезжиривания или ультразвуковую очистительную машину); и *(4)* особые требования покупателя к очистительному процессу. Рекомендуются следующие методы очистки:

A1.1.1.1 *Очистка моющим средством* — Моющие средства представляют собой негорючие водорастворимые смеси, содержащие специально отобранные поверхностно-активные вещества для смачивания, проникновения, эмульгирования и омыливания различных типов загрязнений, таких как жировые и маслянистые пленки, смазочно-охлаждающие и механические жидкости, непигментированные составы для волочения и т.д. Моющие средства могут быть щелочными, нейтральными или кислыми по своей природе, но должны быть некорродирующими по отношению к исследуемой детали. Чистящие свойства моющих растворов обеспечивают полное удаление грунта и загрязнения с поверхности и пустых участков, подготавливая, таким образом, их к поглощению проникающего материала. Продолжительность очистки должна в среднем составлять 10 - 15 минут при температуре 170 - 200°F (77 - 93°C) с умеренным взбалтыванием, используя концентрации (как правило, от 6 до 8 унций/галлон или от 45 до 60 кг/м^3), рекомендуемые изготовителем чистящего состава.

A1.1.1.2 *Очистка растворителем* — Существует множество видов растворителей, которые могут быть эффективно использованы для растворения таких загрязнений, как жировые или маслянистые пленки, следы парафина и герметики, краска и, в общем, органические вещества. Эти растворители не должны оставлять следов, особенно если поверхность вытирается растворителем вручную или обезжиривается путем погружения в резервуар с растворителем. Не рекомендуется использовать растворители для удаления ржавчины, окалины, сварочного флюса, брызг и, в общем, неорганических веществ. Осторожно: Некоторые чистящие растворители горючи и могут быть токсичными. Следовать всем указаниям и примечаниям в отношении мер предосторожности, предоставленным изготовителем.

A1.1.1.3 *Обезжиривание парами* — Обезжиривание парами является предпочтительным методом удаления маслянистых или жировых загрязнений с поверхности деталей или из открытых несплошностей. С помощью этого метода невозможно удалить неорганические загрязняющие вещества (грязь, коррозия, соли и т.д.), а также смоляные массы (пластмассовые покрытия, лак, краску и т.д.). В результате небольшой продолжительности контакта, путем обезжиривания невозможно полностью очистить глубокие несплошности, поэтому рекомендуется производить последующее замачивание в растворителе.

A1.1.1.4 *Очистка щелочью:*

(a) Щелочные очистители представляют собой негорючие водные растворы, содержащие специально отобранные моющие средства для смачивания, проникновения, эмульгирования и омыливания различных типов загрязнений. Горячие щелочные растворы также применяются для удаления ржавчины и окалины, которые могут скрыть поверхностные несплошности. Щелочные чистящие составы должны быть использованы в соответствии с рекомендациями изготовителя. Осторожно: Детали, очищенные щелочью, должны быть промыты водой до полного удаления очистителя с поверхности и тщательно высушены путем нагревания перед проведением дефектоскопии проникающим материалом [температура детали во время нанесения проникающего материала не должна превышать 125°F (52°C)].

(b) *Очистка паром* представляет собой модификацию метода очистки горячей щелочью в резервуаре, которая может быть использована для подготовки больших громоздких деталей. Этот метод позволяет удалить с поверхностей деталей неорганические и многие органические загрязняющие вещества, однако, используя этот метод, невозможно достичь дна глубоких несплошностей, поэтому рекомендуется последующее отмачивание в растворителе.

A1.1.1.5 *Ультразвуковая очистка* — Этот метод добавляет ультразвуковое взбалтывание к очистке растворителем или моющим средством для улучшения эффективности очистки и уменьшения ее продолжительности. Ультразвуковую очистку необходимо проводить, используя воду и моющее средство при удалении неорганических загрязнений (ржавчина, грязь, соли, продукты коррозии и т.д.) и используя органический растворитель при удалении органических загрязнений (жировые и маслянистые пленки и т.д.). После ультразвуковой очистки, детали должны быть нагреты для удаления чистящей жидкости, а затем охлаждены, как минимум, до 125°F (52°C) перед нанесением проникающего материала.

A1.1.1.6 *Удаление краски* — Лакокрасочные пленки могут быть эффективно удалены с помощью разрушающего сцепление растворителя краски или разрушающих краску горячих щелочных растворов в ванне. В большинстве случаев, лакокрасочная пленка должна быть полностью удалена до обнажения поверхности металла. Средства для удаления краски класса растворителей могут представлять собой высоковязкие и загущенные вещества для нанесения путем распыления или с помощью кисти или низковязкие двухслойные вещества для нанесения путем погружения в ванну. Оба типа средств для удаления краски класса растворителей используются, главным образом, при температурах окружающей среды в состоянии непосредственно после поставки. Горячие щелочные растворы в ванне представляют собой водорастворимые порошкообразные соединения, используемые, как правило, с водой в количестве от 8 до 16 унций/галлонов (60 - 120 кг/м^3) при температуре от 180 до 200°F (82 - 93°C). После удаления краски, детали должны быть тщательно промыты водой для удаления всех загрязнений из пустых отверстий и затем тщательно высушены.

A1.1.1.7 *Механическая очистка и зачистка поверхности* — Такие процессы съема металла, как опиливание, полирование, соскабливание, механическое фрезерование, рассверливание, развертывание, шлифование, жидкостное хонингование, шлифование песком, резка на токарном станке, снятие заусенцев в галтовочном барабане или на вибрационной установке, а также струйная обработка абразивным материалом, включая такие абразивы как бусы, пе-

сок, оксид алюминия, лигноцеллюлозные таблетки, металлическую дробь и т.д., часто используются для удаления таких загрязнений как нагар, ржавчина, окалина и налипшие при литье песчинки, а также для снятия заусениц или создания желаемого косметического эффекта на детали. *Эти процессы могут снизить эффективность дефектоскопии проникающим материалом в результате намазывания или упрочнения на металлических поверхностях, а также заполнения несплошностей, открытых к поверхности, особенно для мягких металлов, таких как сплав алюминия, титана, марганца и бериллия.*

A1.1.1.8 *Кислотное травление* — Растворы ингибированной кислоты (травильные растворы) обычно используются для удаления окалины с поверхностей деталей, которая может скрыть поверхностные несплошности и помешать проникающему материалу попасть в них. Кислые растворы/травление также обычно используются для удаления намазанного металла, который упрочняется на поверхностных несплошностях. Растворы травления должны быть использованы в соответствии с рекомендациями изготовителя. Осторожно:

ПРИМЕЧАНИЕ Al: Вытравленные детали и материалы должны быть промыты до полного удаления раствора травления, поверхность должна быть нейтрализована и тщательно высушена путем нагревания перед нанесением проникающего материала. Кислоты и хроматы могут оказать отрицательное влияние на свечение флуоресцентных материалов.

ПРИМЕЧАНИЕ A2 — Всякий раз при появлении вероятности водородной хрупкости как результата использования кислого раствора/травления, деталь должна быть высушена при соответствующей температуре в течение определенного промежутка времени для удаления водорода перед дальнейшей обработкой. После высушивания, деталь должна быть охлаждена до температуры ниже 125°F (52°C) перед нанесением проникающих материалов.

A1.1.1.9 *Воздушный обжиг керамики* — Нагревание керамической детали в чистой окислительной атмосфере является эффективным способом удаления влаги и/или небольших органических загрязнений. Должна использоваться максимальная температура, которая не вызовет ухудшение свойств керамики.

A1.2 Последующая очистка

A1.2.1 *Удаление проявителя* — Сухой порошкообразный проявитель может быть эффективно удален путем продувки воздухом (не содержащим масла) или путем промывания водой. Слои влажного проявителя могут быть эффективно удалены путем промывания чистой водой или водой с моющим средством ручным или механическим способом (чистка жесткой щеткой, моечная машина и т.д.). Слои растворимого проявителя легко смываются водой с поверхности детали.

A1.2.2 Остаточный проникающий материал может быть удален в результате растворяющего действия. Следующие методы являются рекомендованными: обезжиривание парами (10 минут минимум), отмачивание в растворителе (15 минут минимум) и ультразвуковая очистка растворителем (3 минуты минимум). В некоторых случаях, после обезжиривания парами желательно применить метод отмачивания в растворителе. Фактическое время пребывания в установке для обезжиривания парами и продолжительность замачивания в растворителе, должны зависеть от природы детали и должны определяться экспериментально.

A2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРА В ГОРЮЧИХ ЖИДКИХ ПРОНИКАЮЩИХ МАТЕРИАЛАХ

A2.1 Область применения

A2.1.1 Настоящие методы распространяются на определение содержания хлора в горючих проникающих материалах, жидких или твердых. Диапазон применяемости метода составляет от 0,001 до 5%, используя любую из альтернативных титрометрических процедур. Процедуры предполагают, что бром и йод не будут присутствовать. В случае присутствия этих элементов, их необходимо обнаружить и внести в протокол, как и хлор. Общее количество этих элементов не должно отражаться в протоколе. Хромат мешает выполнению процедур, являясь причиной появления низких или несуществующих конечных точек. Метод применяется только к тем материалам, которые являются полностью горючими.

A2.2 Краткое содержание методов

A2.2.1 Проба окисляется путем сжигания в бомбе, содержащей кислород под давлением. **(Осторожно** — см. п. A2.2.1.1). Соединения хлора, высвобожденные таким образом, абсорбируются раствором карбоната натрия, а количество присутствующего хлора определяется титриметрически: по ляпису с потенциометрическим способом обнаружения конечной точки (Метод A), или кулонометрически с обнаружением конечной точки путем увеличения электрического тока (Метод B).

A2.2.1.1 *Безопасность* — Строгое соблюдение всех требований, заданных ниже, предупреждает возникновение взрывного разрушения бомбы или разрыва при условии, что бомба имеет правильную конструкцию и строение и находится в хорошем механическом состоянии. Однако, желательно, чтобы бомба была закрыта щитком из листовой стали толщиной, как минимум, 1/2 дюйма (12,7 мм), или чтобы аналогичная защита была предусмотрена на случай непредвиденных обстоятельств.

A2.3 Аппаратура

A2.3.1 *Бомба,* емкостью не менее 300 мл, конструкция которой обеспечивает непротекание во время испытания и простоту количественного отбора жидкостей из бомбы. Внутренняя поверхность бомбы может быть изготовлена из нержавеющей стали или любого другого материала, на который не повлияет на процесс сжигания или состав продуктов горения. Материалы, используемые при сборке бомбы, например, верхняя прокладка и изоляция подводящего провода, должны быть стойкими к тепловому или химическому воздействию, и не должны вступать в реакцию, которая повлияет на содержание хлора в жидкости внутри бомбы.

A2.3.2 *Чаша для проб,* платиновая, с наружным диаметром по днищу 24 мм, с наружным диаметром верхней части 27 мм, высотой 12 мм снаружи и весом от 10 до 11 г; из непрозрачного плавленого кварца, широкая форма с наружным диаметром верхней части 29 мм, высотой 19 мм и объемом 5 мл (Примечание 1); или никелевая (форма капсулы Кавина), диаметр верхней части 28 мм, высота 15 мм и объем 5 мл.

ПРИМЕЧАНИЕ A2.1: Тигли из плавленого кварца являются намного более экономичными и долговременными, чем платиновые. После каждого использования, их необходимо тщательно очистить мелкозернистой влажной наждачной шкуркой, нагреть над горелкой до бледно-красного цвета, вымочить в горячей воде в течение 1 часа, а затем высушить и хранить в эксикаторе до следующего использования.

A2.3.3 *Провод цепи зажигания,* платиновый, калибром №. 26.

A2.3.4 *Цепь зажигания* (Примечание A2.2), способная подавать ток, достаточный для зажигания нейлоновой нитки или хлопкового фитиля без плавления провода.

ПРИМЕЧАНИЕ A2.2: **Осторожно** — Выключатель цепи зажигания должен оставаться открытым за исключением случаев, когда он удерживается в закрытом положении оператором.

A2.3.5 *Нейлоновая швейная нитка или хлопковый фитиль,* белый.

A2.4 Чистота реактивов

A2.4.1 При проведении испытаний должны использоваться химические вещества класса реактивов. Если нет других указаний, подразумевается, что все реактивы должны удовлетворять техническим требованиям Комитета по реактивам для выполнения анализов Американского химического общества, там где такие технические требования применимы. Могут быть использованы другие классы, при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты реактива, позволяющей использовать его без снижения точности анализа.

A2.4.2 При отсутствии иных указаний, вода, на которую делаются ссылки, должна обозначать воду для лабораторных исследований, соответствующую Спецификации D 1193.

A2.5 Разложение

A2.5.1 *Реактивы и материалы:*

A2.5.1.1 *Кислород,* не содержащий горючих материалов и галогенных соединений, доступный под давлением 40 атм (4,05 МПа).

A2.5.1.2 *Раствор карбоната натрия (50 г Na_2CO_3/литр)* — Растворить 50 г неводного Na_2CO_3 или 58,5 г $Na_2CO_3 \cdot H_2O$ или 135 г $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ в воде и разбавить до 1 литра.

A2.5.1.3 *Белое масло, очищенное*

A2.5.2 *Процедура:*

A2.5.2.1 *Подготовка бомбы и пробы* — Отрезать часть провода зажигания длиной 100 мм. Смотать средний участок (около 20 мм) и присоединить свободные концы к выходам. Расположить бунт таким образом, чтобы он находился над одной стороной чаши для проб и был направлен к ней. Поместить 5 мл раствора Na_2CO_3 в бомбу (Примечание A2.3), закрыть крышкой бомбу и сильно потрясти в течение 15 секунд для распределения раствора внутри бомбы. Открыть бомбу, поместить чашу с пробой в концевой держатель и вставить нитку небольшой длины между проводом зажигания и пробой. Использование пробы, содержащей более 20 мг хлора, может привести к коррозии бомбы. Вес пробы не должен превышать 0,4 г, если ожидаемое содержание хлора составит 2,5 % или более. Если проба твердая, то ее необходимо использовать в количестве не более 0,2 г. Использовать 0,8 г белого масла с твердыми пробами. При использовании белого масла (Примечание A2.4), добавить его в этот момент в чашу для проб с помощью пипетки. **(Осторожно,** см. Примечания A2.5 и A2.6).

ТАБЛИЦА A2.1
ЗНАЧЕНИЯ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

	Манометрическое давление, атм (МПа)	
Емкость бомбы, мл	мин[A]	макс
300 - 350	38 (3,85)	40 (4,05)
350 - 400	35 (3,55)	37 (3,75)
400 - 450	30 (3,04)	32 (3,24)
450 - 500	27 (2,74)	29 (2,94)

A Значения минимального давления задаются для обеспечения уровня кислорода, достаточного для завершения сжигания, а значения максимального давление задаются для обеспечения безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ A2.3: После многократного использования бомбы для определения содержания хлора, на внутренней поверхности можно обнаружить пленку. Эта матовость может быть удалена путем периодического полирования бомбы. Удовлетворительным методом очистки является вращение бомбы в токарном станке приблизительно при 300 об/мин и полировка внутренней поверхности абразивной шкуркой с номером 2/0 или подобной, покрытой легким машинным маслом для предотвращения образования бороздок, а затем неабразивной пастой, состоящей из сесквиоксида хрома и воды. С помощью этого способа практически полностью можно удалить все глубокие выемки и отполировать поверхность до блеска. Перед использованием бомбу необходимо вымыть водой с мылом для удаления масла или пасты, оставшихся после полировки. **Осторожно:** Не использовать более 1 г общей массы пробы и белого масла или другого горючего материала, не содержащего хлора.

ПРИМЕЧАНИЕ A2.4: Если проба не является легко смешиваемой с белым маслом, то оно может быть заменено каким-нибудь другим нелетучим горючим разжижителем, не содержащим хлора. Однако общий вес пробы и нелетучего разжижителя не должен превышать 1 г. Некоторые твердые присадки являются относительно нерастворимыми, но могут быть удовлетворительно сожжены, если их покрыть слоем белого масла.

ПРИМЕЧАНИЕ A2.5: По возможности, следует избегать попеременного использования проб с высоким и низким содержанием хлора. Со стенок бомбы трудно смыть последние следы хлора, и в ряде лабораторий наблюдалась тенденция перенесения остаточного содержания хлора с одной пробы на другую. Если проба с высоким содержанием хлора предшествовала пробе с низким содержанием хлора, то необходимо повторно провести испытание на пробе с низким содержанием хлора и одно или оба нижних значений, полученные таким образом следует поставить под сомнение, если они не согласуются с интервалами повторяемости настоящего метода.

A2.5.2.2 *Добавление кислорода* — Установить чашу для проб в нужное положение и расположить нейлоновую нитку или хлопковый жгут таким образом, чтобы один конец погружался в пробу. Собрать бомбу и плотно закрыть крышку. Медленно подавать кислород (во избежание выдувания пробы из чаши) до тех пор, пока не будет достигнуто давление, заданное в Таблице A2.1. **(Осторожно** — Примечание A2.6)

Примечание A2.6: **Осторожно** — Не добавлять кислород или не поджигать пробу, если бомбу трясли, роняли или наклоняли.

A2.5.2.3 *Сжигание* — Погрузить бомбу в ванну с холодной водой. Подсоединить выходы к разомкнутой электрической цепи. Замкнуть цепь для поджигания пробы. Извлечь бомбу из ванны спустя, как минимум, 10 минут после погружения. Медленно равномерно спустить давление в течение не менее 1 минуты, как того требует операция. Открыть бомбу и исследовать содержимое. При обнаружении следов несгоревшего масла или темных отложений, отвергнуть индикация и тщательно очистить бомбу перед ее повторным использованием (Примечание A2.3).

A2.6 Анализ, Метод А, Процесс потенциометрического титрования

A2.6.1 *Оборудование:*

A2.6.1.1 *Серебряный брусок- электрод.*

A2.6.1.2 *Стеклянный электрод, **pH** для* измерения кислотности.

A2.6.1.3 *Бюретка,* емкость 25 мл, градуировка по 0,05 мл.

A2.6.1.4 *Милливольтметр,* или измеритель кислотности с растянутой шкалой с диапазоном измерения от 0 до 220 мВ.

Примечание A2.7: Вместо приборов, заданных под п. A2.6.1.3 - A2.6.1.4, рекомендуется использовать автоматический титратор. Повторяемость и чувствительность метода сильно повышаются в результате использования автоматического оборудования и одновременно это позволяет избежать чрезмерных усилий.

A2.6.2 *Реактивы и материалы:*

A2.6.2.1 *Ацетон,* без хлора.

A2.6.2.2 *Метанол,* без хлора.

A2.6.2.3 *Раствор нитрата серебра (0,0282 N)* — Растворить 4,7910 ± 0,0005 г нитрата серебра ($AgNO_3$) в воде и разбавить до 1 л.

A2.6.2.4 *Раствор хлорида натрия (0,0282 N)* — Высушить несколько грамм хлорида натрия (NaCl) в течение 2 часов при температуре от 130 до 150°C, отвесить 1,6480 ± 0,0005 г высушенного NaCl, растворить в воде и разбавить до 1 л.

A2.6.2.5 *Серная кислота (1+2)* — Смешать 1 объем концентрированной серной кислоты (H_2SO_4, удельный вес 1,84) с 2 объемами воды.

A2.6.3 *Сбор хлорного раствора* — Извлечь чашу для проб с помощью чистого пинцета и поместить ее в химический стакан на 400 мл. Промыть стенки корпуса бомбы тонкой струей метанола из моечного баллона и вылить промои в химический стакан. Смыть все остатки в химический стакан. Затем, смыть остатки с крышки бомбы и выходов в химический стакан. Наконец, промыть внутреннюю и внешнюю часть тигля пробы в химический стакан. Объем промоев не должен превышать 100 мл. Добавить метанол для получения объема, равного 100 мл.

A2.6.4 *Определение содержания хлора* — Добавить 5 мл H_2SO_4 (1:2) для окисления раствора (раствор должен быть окислен до лакмуса и не должен содержать белого осадка). Добавить 100 мл ацетона. Поместить электроды в раствор, запустить мешалку (при использовании механической мешалки) и начать титрование. Если титрование ручное, установить измеритель кислотности на растянутой милливольтной шкале и зафиксировать показания. Добавить ровно 0,1 мл раствора $AgNO_3$ из бюретки. Дать перемешаться несколько секунд; затем внести в протокол новое показание в милливольтах. Вычесть второе показание из первого. Продолжить титрование, фиксируя каждое количество раствора $AgNO_3$ и разницу между текущим и последним показанием. Продолжить добавлять по 0,1 мл раствора, снимая показания и определяя разницу между показаниями до тех пор, пока не будет получена максимальная разница между ними. Общее количество раствора $AgNO_3$, необходимое для создания этого максимального перепада, представляет собой конечную точку. Автоматические титраторы постоянно перемешивают пробу; добавляют титрант, измеряют потенциальную разницу, рассчитывают перепад и наносят перепад на карту. Максимальный перепад берется в конечной точке.

ПРИМЕЧАНИЕ A2.8: Для максимальной чувствительности, с автоматическим титратором можно использовать 0,00282 *N* раствора $AgNO_3$. Этот разбавленный реактив не должен использоваться с большими количествами проб или пробами, содержание хлора в которых может превышать 0,1%, так как эти испытания вызовут конечные точки, равные 10 мл или более. Большое количество воды, используемое при таких видах титрования, уменьшает дифференциал между индикациями, затрудняя процесс обнаружения конечной точки. Для проб весом 0,8 г или более с содержанием хлора более 1 %, потребуется использовать 0.282 *N* раствора $AgNO_3$ во избежание превышения предела разбавления водой, равного 10 мл.

A2.6.5 *Холостое определение* — Выполните холостое определение с некоторым количеством белого масла, но без пробы. (Жидкие пробы обычно требуют всего от 0,15 до 0,25 г белого масла в то время, как твердые пробы требуют от 0,7 до 0,8 г.) Следовать обычной процедуре, выполняя две или три серии испытаний для того, чтобы убедиться, что результаты находятся в пределах повторяемости испытания. Повторять это холостое определение всякий раз при использовании новых партий реактивов или белого масла. Целью являлось измерение содержания хлора в белом масле, реактивах и веществах, попавших в результате загрязнения.

A2.6.6 *Стандартизация* — Растворы нитрата серебра не являются неизменно устойчивыми, поэтому фактическая активность должна проверяться, когда раствор впервые приготавливается, а затем периодически в процессе всего срока службы раствора. Это осуществляется путем титрования известного раствора NaCl следующим образом: приготовить смесь, используя необходимое количество химикатов (раствор Na_2CO_3, раствор H_2SO_4, ацетон и метанол), заданное для испытания. Накапать пипеткой смесь в 5,0 мл раствора 0,0282-N NaCl и титровать до конечной точки. Приготовить и протитровать подобную смесь из всех химикатов за исключением раствора NaCl, получая, таким образом, значение холостого определения для реактива. Рассчитать нормальность раствора $AgNO_3$ следующим образом:

$$N_{AgNO_3} = \frac{5.0 \times N_{NaCl}}{V_A - V_B}$$

где:

N_{AgNO_3} = нормальность раствора $AgNO_3$,

N_{NaCl} = нормальность раствора NaCl,

V_A = количество раствора $AgNO_3$ в миллилитрах, используемого для титрования, включая раствор NaCl

V_B = количество раствора $AgNO_3$ в миллилитрах, используемого для титрования только реактивов.

A2.6.7 *Расчет* — Рассчитать содержание хлора в пробе следующим образом:

$$\text{Хлор, вес \%} = \frac{(V_S - V_B) \times N \times 3.545}{W}$$

где:

V_S = количество раствора $AgNO_3$ в миллилитрах, используемого в пробе,

V_B = количество раствора $AgNO_3$ в миллилитрах, используемого в холостом определении,

N = нормальность раствора $AgNO_3$

W = количество использованной пробы в граммах.

A2.6.8 *Точность и погрешность:*

A2.6.8.1 Следующие критерии должны использоваться для принятия решения о приемлемости результатов:

A2.6.8.1.1 *Повторяемость* — Результаты, полученные одним аналитиком, не должны подвергаться сомнению, если они не отличаются от установленного значения более, чем на 0,006% или 10,5%, в зависимости от того, что больше.

A2.6.8.1.2 *Воспроизводимость* — Результаты, полученные в различных лабораториях, не должны подвергаться сомнению, если они не отличаются от выявленного значения более, чем на 0,013% или 21,3%, в зависимости от того, что больше.

A2.6.8.1.3 *Точность* — Среднее значения восстановления метода составляет от 86% до 89% фактической величины.

A2.7 Анализ, Метод B, Кулонометрическое титрование

A2.7.1 *Оборудование:*

A2.7.1.1 *Кулонометрический хлоридный титратор.*

A2.7.1.2 *Химические стаканы*, два, емкость 100 мл, или глазированные тигли (предпочтительно с наружным диаметром основания в 1 1/2 дюйма).

A2.7.1.3 *Холодильник.*

A2.7.2 *Реактивы:*

A2.7.2.1 *Уксусная кислота, ледяная.*

A2.7.2.2 *Сухая желатиновая смесь.*

A2.7.2.3 *Азотная кислота.*

A2.7.2.4 *Раствор хлорида натрия* — 100 мг-экв С/1. Высушить нужное количество NaCl в течение 2 часов при температуре от 130 до 150°C. Отвесить 5,8440 ± 0,0005 г сухого раствора NaCl в закрытый контейнер, растворить в воде и разбавить до 1 л.

A2.7.3 *Подготовка реактива:*

ПРИМЕЧАНИЕ A2.9: Нормальный процесс подготовки реактива был слегка изменен в результате помех со стороны 50 мл воды, необходимой для промывания бомбы. Этот модифицированный процесс уменьшает интерференцию и не влияет на качество титрования.

A2.7.3.1 *Желатиновый раствор* — Стандартный процесс приготовления состоит в следующем: добавить около 1 л горячей дистиллированной или деионизированной воды в 6,2 г сухой желатиновой смеси, содержащейся в одной пробирке, поставленной изготовителем оборудования. Осторожно нагреть, постоянно перемешивая, до тех пор, пока желатин полностью не растворится.

A2.7.3.2 Разделить на аликвоты; количества каждой аликвоты должно быть достаточно для проведения анализов в один день. (Тридцати миллилитров хватает приблизительно на семь титрований.) Остальное хранить в холодильнике, но не замораживать. Раствор будет храниться в холодильнике в течение приблизительно 6 месяцев. При готовности к использованию, погрузить дневную аликвоту в горячую воду для разжижения желатина.

A2.7.3.3 *Раствор ледяной уксусной кислоты - азотной кислоты* — Типовое соотношение составляет 12,5 к 1 (12,5 частей CH_3COOH к 1 части HNO_3).

A2.7.3.4 Смешать некоторое количество желатинового раствора и смеси уксусной и азотной кислоты, достаточное для одного титрования. (Стандартная смесь содержит 2,5 мл желатинового раствора и 5,4 мл смеси уксусной и азотной кислоты.)

ПРИМЕЧАНИЕ A2.10: Для удобства, раствор может быть предварительно приготовлен в большом количестве, но не должен использоваться спустя 24 часа после его приготовления.

A2.7.3.5 Выполните как минимум три холостые определения и рассчитайте среднее значение согласно руководству по эксплуатации титратора. Выполнить холостое определение для и для 5 и для 20 капель минерального масла.

A2.7.4 *Титрование:*

A2.7.4.1 Взвесить с точностью до 0,1 г и внести в протокол вес химического стакана на 100 мл.

A2.7.4.2 Снять тигель пробы с опорного кольца узла крышки, используя чистый пинцет, и с помощью моечного баллона промыть внутреннюю и наружную часть водой в химический стакан на 100 мл.

A2.7.4.3 Высыпать содержимое корпуса бомбы в химический стакан на 100 мл. Вымыть стороны корпуса бомбы водой, используя моечный баллон.

A2.7.4.4 Снять узел крышки с опоры и, используя моечный баллон, промыть низ, платиновый провод и выходы в тот же химический стакан на 100 мл. Общее количество промоев должно составлять 50 ± 1 г.

A2.7.4.5 Добавить заданное количество желатиновой смеси и раствора уксусной и азотной кислоты или смеси желатинового раствора, раствора уксусной и азотной кислоты, если она была предварительно приготовлена, в химический стакан на 100 мл, который содержит 50 г промоев, включая разложенную пробу.

A2.7.4.6 Титровать с помощью кулонометрического титриметра согласно процедуре, изложенной в руководстве по эксплуатации.

A2.7.5 *Расчеты* — Рассчитать концентрацию ионов хлорида в пробе следующим образом:

$$\text{Хлор, вес \%} = \frac{(P - B) \times M}{W}$$

где:

P = контр. показание, полученное по пробе,

B = среднее контр. показание, полученное по среднему значению трех значений холостых определений,

M = постоянная стандартизации. Она зависит от настройки диапазона используемого КИП, а также значения, полученного с известным количеством 100 мг-экв Cl на литр раствора

W = вес используемой пробы в граммах.

A2.7.6 *Точность и погрешность:*

A2.7.6.1 Предполагается, что дублированные результаты, полученные одним оператором, могут отразить следующие относительные стандартные отклонения (ОСО):

Приблизительное содержание хлора, %	ОСО, %
1,0 и более	0,10
0,1	2,5
0,003	5,9

A2.7.6.2 Предполагается, что с помощью метода могут быть найдены значения, которые могут отличаться от фактического значения на следующие величины:

0,1 % хлора и более	±2%
0,001 – 0,01% хлора	±9%.

A2.7.6.3 В случае присутствия брома, 36,5% фактического количества должно быть внесено в протокол. При присутствии йода, 20,7% фактического количества должно быть внесено в протокол. Фтор не должен быть обнаружен.

A3. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ФТОРА В ГОРЮЧИХ ЖИДКИХ ПРОНИКАЮЩИХ МАТЕРИАЛАХ

A3.1 Область применения

A3.1.1 Этот метод распространяется на определение содержания фтора в горючих проникающих материалах, жидких или твердых, которые не содержат существенного количества интерферирующих элементов или имеют какой-либо нерастворимый остаток после сжигания. Диапазон его применяемости составляет от 1 до 200 000 промилле.

A3.1.2 При измерении содержания фтора используется электрод селективного иона фторида.

A3.2 Краткое описание метода

A3.2.1 Проба окисляется путем сжигания в бомбе, содержащей кислород под давлением. **(Осторожно** — см. п. A3.2.1.1). Соединения фтора, высвобожденные таким образом, абсорбируются раствором дигидрат цитрата натрия, а количество присутствующего фтора определяется потенциометрически путем использования электрода селективного иона фторида.

A3.2.1.1 *Безопасность* — Строгое соблюдение всех требований, заданных ниже, предупреждает возникновение взрывного разрушения бомбы или разрыва при условии, что бомба имеет правильную конструкцию и строение и находится в хорошем механическом состоянии. Однако, желательно, чтобы бомба была закрыта щитком из листовой стали толщиной, как минимум, 0,5 дюйма (12,7мм), или чтобы аналогичная защита была предусмотрена на случай непредвиденных обстоятельств.

A3.3 Помехи

A3.3.1 Кремний, кальций, алюминий, марганец и другие металлы, образующие осадки с ионом фторида будут мешать, если они присутствуют в концентрации, достаточной для превышения растворимости их соответствующих фторидов. Нерастворимый остаток после сжигания захватит фтор, даже если он растворимый.

A3.4 Оборудование

A3.4.1 *Бомба,* емкостью не менее 300 мл, конструкция которой обеспечивает непротекание во время испытания и простоту количественного отбора жидкостей из бомбы. Внутренняя поверхность бомбы может быть изготовлена из нержавеющей стали или любого другого материала, на который не повлияет на процесс сжигания или состав продуктов горения. Материалы, используемые при сборке бомбы, например, верхняя прокладка и изоляция подводящего провода, должны быть стойкими к тепловому или химическому воздействию, и не должны вступать в реакцию, которая повлияет на содержание фтора в жидкости внутри бомбы.

A3.4.2 *Чаша для проб,* никелевая, с наружным диаметром днища 20 мм, с наружным диаметром верхней части 28 мм, высотой 16 мм или платиновая, с наружным диаметром днища 24 мм, с наружным диаметром верхней части 27 мм, высотой 12 мм и весом от 10 до 11 г.

A3.4.3 *Провод цепи зажигания,* платиновый, калибр B&S (Стандарт Брауна и Шарпе) № 26.

A3.4.4 *Цепь зажигания* (Примечание A3.1), способная подавать ток, достаточный для зажигания хлопковой фитильной или нейлоновой нитки без плавления провода.

ПРИМЕЧАНИЕ A3.1: **Осторожно** — Выключатель цепи зажигания должен оставаться открытым за исключением случаев, когда он удерживается в закрытом положении оператором.

A3.4.5 *Хлопковая фитильная или нейлоновая швейная нитка,* белая.

A3.4.6 *Воронка, полипропилен* (Примечание A3.2).

A3.4.7 *Мерная колба*, полипропилен, емкость 100 мл (Примечание A3.2).

A3.4.8 *Химический стакан, полипропилен*, емкость 150 мл (Примечание A3.2).

A3.4.9 *Пипетка*, емкость 100 µл, типа Eppendorf (Примечание A3.2).

A3.4.10 *Магнитная мешалка и магнитный пруток для перемешивания, с тефлоновым покрытием.*

A3.4.11 *Ион-специфический фторидный электрод и соответствующий эталонный электрод*.

A3.4.12 *Милливольтметр,* способный выполнять измерения с точностью до 0,1 мВ.

ПРИМЕЧАНИЕ A3.2: Стеклянную посуду нельзя использовать при обращении с раствором фторида, так как она отщепит ионы фторида из раствора или, при последующем использовании, перенесет ион фторида из концентрированного раствора в более разбавленный.

A3.5 Реактивы

A3.5.1 *Чистота реактивов* — При проведении испытаний должны использоваться химические вещества класса реактивов. Если нет других указаний, подразумевается, что все реактивы должны удовлетворять техническим требованиям Комитета по реактивам для анализов Американского химического общества, там где такие технические требования применимы. Могут быть использованы другие классы, при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты реактива, позволяющей использовать его без снижения точности анализа.

A3.5.2 *Чистота воды* — При отсутствии иных указаний, вода, на которую делаются ссылки, должна обозначать воду для лабораторных исследований Типа I, соответствующую Спецификации D 1193.

A3.5.3 *Раствор фторида, исходный (2000 промилле)* — Растворить 4,4200 ± 0,0005 г предварительно высушенного (при температуре от 130 до 150°C в течение 1 часа, затем охлажденного в эксикаторе) фторида натрия в дистиллированной воде и разбавить до 1 л.

A3.5.4 *Кислород,* не содержащий горючих материалов и галогенсодержащих соединений, доступный под давлением 40 атм (4,05 МПа).

A3.5.5 *Раствор дигидрат цитрата натрия* — Растворить 27 г дигидрат цитрата натрия в воде и развести до 1 л.

A3.5.6 *Раствор гидроксид натрия (5 N)* — Растворить 200 г гранул гидроксид натрия (NaOH) в воде и разбавить до 1 л; хранить в полипропиленовом контейнере.

A3.5.7 *Промывной раствор (модифицированный TISAB, буфер корректировки полной ионной силы)* — В 300 мл дистиллированной воды добавить 32 мл ледяной уксусной кислоты, 6,6 г дигидрат цитрата натрия и 32,15 г хлорида натрия. Перемешать для растворения, а затем откорректировать уровень кислотности pH= 5,3, используя раствор 5 *N* NaOH. Охладить и развести до 1 л.

A3.5.8 *Белое масло,* очищенное.

A3.6 Процесс разложения

A3.6.1 *Подготовка бомбы и пробы* — Отрезать часть провода зажигания длиной 100 мм. Смотать средний участок (около 20 мм) и присоединить свободные концы к выходам. Расположить бунт таким образом, чтобы он находился над одной стороной чаши для проб и был направлен к ней. Поместить 10 мл раствора дигидратат цитрата натрия в бомбу, закрыть бомбу крышкой и сильно потрясти в течение 15 секунд для распределения раствора внутри бомбы. Открыть бомбу, установить чашу с пробой в концевой держатель и вставить нитку небольшой длины между проводом зажигания и пробой. Вес используемой пробы не должен превышать 1 г. Если проба твердая, то в этот момент необходимо добавить несколько капель белого масла для обеспечения горения пробы.

ПРИМЕЧАНИЕ A3.3: Использование проб, содержащих более 20 мг хлора, может вызвать коррозию бомбы. Во избежание этого, рекомендуется, чтобы вес проб, содержащих более 2% хлора, основывался на данных следующей таблицы:

Содержание хлора, %	Вес пробы, г	Вес белого масла, г
2 - 5	0,4	0,4
5 - 10	0,2	0,6
10 - 20	0,1	0,7
20 - 50	0,05	0,7

Осторожно: Не использовать более 1 г общей массы пробы и белого масла или другого горючего материала, не содержащего фтора.

A3.6.2 *Добавление кислорода* — Установить чашу для проб в необходимое положение и расположить хлопковый жгут или нейлоновую нитку таким образом, чтобы один конец погружался в пробу. Собрать бомбу и плотно закрыть крышку. Медленно впускайте кислород (во избежание выдувания пробы из чаши) до тех пор, пока не будет достигнуто давление, заданное в Таблице A3.1 (**Осторожно**, Примечание A3.4).

ТАБЛИЦА A3.1
ЗНАЧЕНИЯ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

Емкость бомбы, мл	Манометрическое давление, атм (МПа) мин[A]	макс
300 - 350	38	40
350 - 400	35	37
400 - 450	30	32
450 - 500	27	29

A Значения минимального давления задаются для обеспечения уровня кислорода, достаточного для завершения сжигания, а значения максимального давление задаются для обеспечения безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ A3.4: **Осторожно** — Не добавлять кислород или не поджигать пробу, если бомбу трясли, роняли или наклоняли.

A3.6.3 *Сжигание* — Погрузить бомбу в ванну с холодной дистиллированной водой. Подсоединить выходы к разомкнутой электрической цепи. Замкнуть цепь для поджигания пробы. Извлечь бомбу из ванны спустя, как минимум, 10 минут после погружения. Медленно равномерно спускать давление, затрачивая на операцию не менее 1 минуты. Открыть бомбу и исследовать содержимое. При обнаружении следов несгоревшего масла или темных отложений, забраковать результат испытания и тщательно очистить бомбу перед ее повторным использованием.

A3.6.4 *Сбор раствора фтора* — Снять чашу для проб с помощью чистого пинцета и промыть промывочным раствором в мерную колбу на 100 мл. Промыть стенки корпуса бомбы тонкой струей промывочного раствора из пульверизатора и добавить промои в колбу. Затем промыть крышку бомбы и выходы в мерную колбу. Наконец, добавить промывочный раствор для заполнения колбы до линии.

A3.7 Процедура

A3.7.1 Установить наклон (милливольты на величину десятикратного измерения концентрации) электрода, как описано изготовителем.

A3.7.2 Получить холостой раствор путем выполнения процедуры без пробы.

A3.7.3 Погрузить фторидный электрод и эталонный электрод в растворы и получить равновесное показание с точностью до 0,1 мВ. (Состояние электрода определяет длительность времени, необходимого для достижения равновесия. Временной промежуток может находиться в диапазоне от 5 до 20 минут.)

A3.7.4 Добавить 100 мл исходного раствора фторида и получить показание спустя промежуток времени, заданный в п. A3.7.3.

A3.8 Расчет

A3.8.1 Рассчитать содержание фтора в пробе следующим образом:

$$\text{Фтор, промилле} = \left| \frac{\left[\frac{2 \times 10^{-4}}{10\Delta E_1/S - 1} - \frac{2 \times 10^{-4}}{10\Delta E_2/S - 1} \right]}{W} \times 10^6 \right|$$

где:

ΔE_1 = изменение раствора пробы в милливольтах при добавлении 100 мкл исходного раствора фторида,

ΔE_2 = изменение холостого раствора при добавлении 100 мкл исходного раствора фторида,

S = наклон фторидного электрода, как определено в п. A3.7.1, и

W = вес пробы в граммах.

A3.9 Точность и погрешность

A3.9.1 *Повторяемость* — Результаты двух анализов, проведенных одним оператором, не должны подвергаться сомнению, если они не отличаются от обнаруженного значения более, чем на 1,1 промилле (0,00011%) или 8,0%, в зависимости от того, что больше.

A3.9.2 *Воспроизводимость* — Результаты двух анализов, проведенных в различных лабораториях, не должны подвергаться сомнению, если они не отличаются от обнаруженного значения более, чем на 6,7 промилле или 129,0%, в зависимости от того, что больше.

A3.9.3 *Погрешность* — Среднее восстановление метода составляет от 62% до 64% фактической величины, хотя с применением надлежащих технологий можно ожидать восстановление от 83% до 85%.

A4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АНИОНОВ ПУТЕМ ИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ИЗМЕРЕНИЕМ ПРОВОДИМОСТИ

A4.1 Область применения

A4.1.1 Этот метод получен из методик ASTM и Метода APHA 429 и оптимизирован для анализа вредных веществ в материалах на органической основе. Он представляет единственный инструментальный способ быстрого последовательного измерения общего содержания анионов, таких как бромид, хлорид, фторид, нитрат, фосфат и сульфат.

A4.2 Краткое содержание метода

A4.2.1 Материал должен быть переведен в форму водного раствора перед проведением анализа. Проба окисляется путем сжигания в бомбе, содержащей кислород под давлением. Высвобожденные продукты поглощаются элюантом, присутствующим в бомбе во время сжигания. Это раствор вымывается из бомбы, фильтруется и разбавляется до известного объема.

A4.2.1.1 Профильтрованная аликвота пробы добавляется в струю элюанта карбоната-бикарбоната и пропускается через ряд ионообменников. Рассматриваемые анионы отделяются на основе их относительного сродства для сильно щелочного анионообменника малой емкости (защитная и сепараторная колонны). Отделенные анионы направляются в сильно кислотный катионообменник (супрессорная колонна), где они преобразовываются в свою высокопроводящую кислую форму, а элюант карбоната-бикарбоната преобразовывается в слабопроводящую угольную кислоту. Отделенные анионы в своей кислой форме измеряются на проводимость. Они отождествляются на основании времени удержания по сравнению со стандартами. Количественный анализ осуществляется путем измерения площади или высоты пика. Холостое определение подготавливаются и анализируются подобным образом.

A4.2.2 *Помехи* — Любое вещество, которое имеет время удержания, совпадающее со временем удержания одного из анализируемых анионов, будет мешать. Например, относительно высокие концентрации органических кислот низкой молекулярной массы мешают анализу хлорида и фторида. Высокая концентрация любого одного иона также мешает проведению анализа для остальных. Разбавление пробы позволяет справляться со многими помехами. Для разрешения неопределенностей, связанных с идентификацией или количественным анализом, использовать метод известных добавок. Ложные пики могут возникнуть в результате загрязнений воды для лабораторных исследований, стеклянной посуды или оборудования для обработки проб. Так как используются пробы малого объема, необходимо тщательно избегать загрязнения.

A4.2.3 *Минимальная обнаруживаемая концентрация* — Минимальная обнаруживаемая концентрация аниона зависит от величины пробы и используемой шкалы проводимости. Как правило, минимальные обнаруживаемые концентрации находятся в районе 0,05 мг/л для F^- и 0,1 мг/л для Br^-, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, PO_4^{3-} и SO_4^{2-} — с контуром для 100-µл пробы и верхним пределом установки шкалы на детекторе проводимости 10-µмо. Подобные значения могут быть достигнуты путем использования более высокого предела установки шкалы и электронного интегратора.

A4.3 Аппаратура

A4.3.1 *Бомба,* емкостью не менее 300 мл, конструкция которой обеспечивает непротекание во время испытания и простоту количественного отбора жидкостей из бомбы. Внутренняя поверхность бомбы может быть изготовлена из нержавеющей стали или любого другого материала, на который не повлияет на процесс сжигания или состав продуктов горения. Материалы, используемые при сборке бомбы, например, верхняя прокладка и изоляция подводящего провода, должны быть стойкими к тепловому или химическому воздействию, и не должны вступать в реакцию, которая повлияет на содержание хлора в жидкости внутри бомбы.

A4.3.2 *Чаша для проб,* платиновая, с наружным диаметром днища 24 мм, с наружным диаметром верхней части 27 мм, высотой 12 мм снаружи и весом от 10 до 11 г; из непрозрачного плавленого кварца, широкая форма с наружным диаметром верхней части 29 мм, высотой 19 мм и емкостью 5 мл (Примечание A4.1); или никелевая (форма капсулы Kawin), диаметр верхней части 28 мм, высота 15 мм и емкость 5 мл.

ПРИМЕЧАНИЕ A4.1: Тигли из плавленого кварца являются намного более экономичными и долговременными, чем платиновые. После каждого использования, их необходимо тщательно очистить мелкозернистой влажной наждачной шкуркой, нагреть над горелкой до бледно-красного цвета, отмочить в горячей воде в течение 1 часа, а затем высушить и хранить в эксикаторе до следующего использования.

A4.3.3 *Провод цепи зажигания,* платиновый, калибр B&S (Стандарт Брауна и Шарпе) № 26.

A4.3.4 *Цепь зажигания* (Примечание A4.2), способная подавать ток, достаточный для зажигания нейлоновой нитки или хлопкового фитиля без плавления провода.

ПРИМЕЧАНИЕ A4.2: **Осторожно** — Выключатель цепи зажигания должен оставаться открытым за исключением случаев, когда он удерживается в закрытом положении оператором.

A4.3.5 *Нейлоновая швейная нитка или хлопковый фитиль,* белый.

A4.3.6 *Ионный хроматограф,* включая инжекторный клапан, петлю пробы, защитную колонну, сепараторную колонну и супрессорную колонну, ячейку с температурной компенсацией для измерения электрической проводимости небольшого объема (6 µл или менее) и ленточный самописец с максимальным временем реагирования, составляющим 2 с или менее. Использование электронного интегратора пика является оптимальным. Ионный хроматограф должен быть способен подавать от 2 до 5 мл элюанта (мин) при давлении, составляющем от 1400 до 6900 кПа.

A4.3.7 *Сепараторная анионная колонна,* со стироловой пленочной анионообменной смолой на основе дивинилбензола с низкой пропускной способностью, обеспечивающая разрушение Br^-, Cl^-, F^-, NO_3^-, NO_2^-, PO_4^{3-} и SO_4^{2-}; 4 **x** 250 мм.

A4.3.8 *Защитная колонная,* идентичная сепараторной колонне, за исключением 4 X 50 мм, для защиты сепараторной колонны от обрастания частицами или органическими веществами.

A4.3.9 *Супрессорная колонна,* катионообменная смола с высокой пропускной способностью, обеспечивающая преобразование элюанта и отдельных анионов в их кислые формы.

A4.3.10 *Шприц,* минимальной емкостью 2 мл, оснащенный насадкой для высокого давления с наружной резьбой.

A4.4 Реактивы

A4.4.1 При проведении испытаний должны использоваться химические вещества класса реактивов. Если нет других указаний, подразумевается, что все реактивы должны удовлетворять техническим требованиям Комитета по реактивам для анализов Американского химического общества, там где такие технические требования применимы. Могут быть использованы другие классы, при условии получения предварительных гарантий достаточно высокой степени чистоты реактива, позволяющей использовать его без снижения точности анализа.

A4.4.2 *Деионизированная дистиллированная вода,* без интерференций на минимальном пороге обнаружения каждого компонента, профильтрованная через 0,2µм мембранный фильтр во избежание засорения колонн.

A4.4.3 *Раствор элюанта,* бикарбонат натрия - карбонат натрия, 0,003M $NaHCO_3$-, 0,0024M Na_2CO_3: растворить 1,008 г $NaHCO_3$ и 1,0176 г Na_2CO_3 в воде и разбавить до 4 л.

A4.4.4 *Регенерационный раствор 1,* H_2SO_4, 1 N, использовать этот раствор, если супрессор не является постоянно восстанавливаемым.

A4.4.5 *Регенерационный раствор 2,* H_2SO_4, 0,025 N, разбавить 2,8 мл концентрированной H_2SO_4 до 4 л или 100 мл регенерационного раствора 1 до 4 л. Использовать этот регенерационный раствор с супрессорной системой постоянной регенерации волокна.

A4.4.6 *Стандартные анионные растворы,,* 100 мг/л, приготовить ряд стандартных анионных растворов путем взвешивания указанного количества соли, высушенной до постоянного веса при 105°C, до 1000 мл. Хранить в пластмассовых бутылках в холодильнике; эти растворы стабильны, как минимум, в течение одного месяца.

Анион	Соль	Количество, г/л
Cl^-	NaCl	1,6485
F^-	NaF	2,2100
Br^-	NaBr	1,2876
NO_3^-	$NaNO_3$	1,3707
NO_2^-	$NaNO_2$	1,4998
PO_4^{3-}	KH_2PO_4	1,4330
SO_4^{2-}	K_2SO_4	1,8141

A4.4.7 *Смешанный стандартный рабочий раствор, широкий диапазон* — Смешать 10 мл стандартных растворов анионов Cl^-, F^-, NO_3^-, NO_2^- и PO_4^{3-}, 1 мл Br^- и 100 мл SO_4^{2-}, разбавить до 1000 мл и хранить в пластмассовой бутылке, защищенной от света; содержит 10 мг/л каждого из Cl^-, F^-, NO_3^-, NO_2^- и PO_4^{3-}, 1 мг/л Br и 100 мг/л SO_4^{2-}/л. Готовить свежий раствор ежедневно.

A4.4.8 *Смешанный стандартный рабочий раствор, узкий диапазон* — Растворить 100 мл смешанного стандартного рабочего раствора, большой диапазон, до 1000 мл и хранить в пластмассовой бутылке, защищенной от света; содержит 1,0 мг/л каждого из Cl^-, F^-, NO_3^-, NO_2^- и PO_4^{3-}, 0,1 мг/л Br^- и 10 мг/л SO_4^{2-} . Готовить свежий раствор ежедневно.

A4.4.9 *Альтернативные смешанные стандартные рабочие растворы* — Приготовить соответствующие сочетания согласно концентрации определяемых анионов. Если NO_2^- и PO_4^{3-} отсутствуют, то смешанный стандартный раствор будет оставаться стабильным в течение одного месяца.

A4.5 *Процесс разложения*

A4.5.1 *Подготовка бомбы и пробы* — Отрезать часть провода зажигания длиной 100 мм. Смотать средний участок (около 20 мм) и присоединить свободные концы к выходам. Расположить бунт таким образом, чтобы он находился над одной стороной чаши для проб и был направлен к ней. Поместить 5 мл раствора Na_2CO_3/ $NaHCO_3$ в бомбу, закрыть бомбу крышкой и сильно потрясти в течение 15 секунд для распределения раствора внутри бомбы. Открыть бомбу, установить чашу с пробой в концевой держатель и вставить нитку небольшой длины между проводом зажигания и пробой. Вес используемой пробы не должен превышать 1 г. Если проба твердая, то в этот момент необходимо добавить несколько капель белого масла для обеспечения горения пробы.

ТАБЛИЦА A4.1
ЗНАЧЕНИЯ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

	Манометрическое давление, атм	
Емкость бомбы, мл	**мин[A]**	**макс**
300 - 350	38	40
350 - 400	35	37
400 - 450	30	32
450 - 500	27	29

A Значения минимального давления задаются для обеспечения уровня кислорода, достаточного для завершения сжигания, а значения максимального давление задаются для обеспечения безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ A4.3: Использование проб, содержащих более 20 мг хлора, может вызвать коррозию бомбы. Во избежание этого, рекомендуется, чтобы вес проб, содержащих более 2% хлора, основывался на данных следующей таблицы:

Содержание хлора, %	Вес пробы, г	Вес белого масла, г
2 - 5	0,4	0,4
5 - 10	0,2	0,6
10 - 20	0,1	0,7
20 - 50	0,05	0,7

Осторожно: Не использовать более 1 г общей массы пробы и белого масла или другого горючего материала, не содержащего фтора.

A4.5.2 *Добавление кислорода* — Установить чашу для проб в необходимое положение и расположить хлопковый жгут или нейлоновую нитку таким образом, чтобы один конец погружался в пробу. Собрать бомбу и плотно закрыть крышку. Медленно впускайте кислород (во избежание выдувания пробы из чаши) до тех пор, пока не будет достигнуто давление, заданное в Таблице A4.1 (**Осторожно**, Примечание A4.4).

ПРИМЕЧАНИЕ A4.4: **Осторожно** — Не добавлять кислород или не поджигать пробу, если бомбу трясли, роняли или наклоняли.

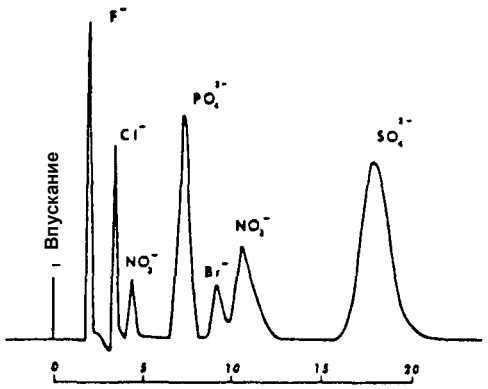
A4.5.3 *Сжигание* — Погрузить бомбу в ванну с холодной дистиллированной водой. Подсоединить выходы к разомкнутой электрической цепи. Замкнуть цепь для поджигания пробы. Извлечь бомбу из ванны спустя, как минимум, 10 минут после погружения. Медленно равномерно стравить давление, выполняя операцию не менее 1 минуты. Открыть бомбу и исследовать содержимое. При обнаружении следов несгоревшего масла или темных отложений, отвергнуть индикация испытания и тщательно очистить бомбу перед ее повторным использованием.

A4.5.4 *Сбор раствора* — Снять чашу для проб с помощью чистого пинцета, промыть деионизированной водой и профильтровать промои в мерную колбу на 100 мл. Промыть стенки корпуса бомбы тонкой струей деионизированной воды из промывочного баллона и добавить промои через фильтровальную бумагу в колбу. Затем, промыть крышку бомбы и выходы и добавить промои через фильтр в мерную колбу. Наконец, добавить деионизированную воду для заполнения колбы до линии. Использовать аликвоты этого раствора для анализа ионной хроматографии (ИС).

A4.6 Процедура

A4.6.1 *Уравновешивание системы* — Включить ионный хроматограф и отрегулировать расход элюанта таким образом, чтобы приблизиться к уровню сепарации, достигнутому на Рис. A4.1 (2 - 3 мл/мин). Установить желаемые настройки на детекторе (обычно 10 мкСм) и дать системе прийти к равновесию (15 - 20 мин). Стабильная базовая линия отражает состояние равновесия. Установить смещение детектора на нуль – за пределы проводимости элюанта; с помощью волоконного супрессора отрегулировать скорость регенерации для поддержания стабильности, обычно от 2,5 до 3 мл/мин.

РИС. A4.1 ТИПИЧНЫЙ АНИОННЫЙ ПРОФИЛЬ



A4.6.1.1 Настроить ионный хроматограф в соответствии с инструкциями изготовителя.

A4.6.2 Калибровка — Ввести стандартные растворы, содержащие единственный анион или смесь, и определить приблизительное время удержания. Наблюдаемое время меняется в зависимости от условий, однако при использовании стандартного элюанта и сепараторной анионной колонны, способность удерживать всегда находится в следующем порядке: F^-, Cl^-, NO_2^-, PO_4^{3-}, Br^-, NO_3^- и SO_4^{2-}. Ввести, как минимум, три различные концентрации для каждого измеряемого аниона и построить кривую градуировки путем нанесения высоты или площади пика напротив концентрации на линейной диаграммной бумаге. Повторно проводить калибровку при изменении настройки детектора. При наличии системы, требующей регенерации супрессора, взаимодействие NO_2^- с супрессором может привести к ошибочным результатам NO_2^-; выполнять это измерение только в том случае, если супрессор будет находиться на том же этапе выпуска, что и во время стандартизации, или часто проводить повторную градуировку. В этом типе системы, процесс погружения в воду (см. Примечание A4.4) может слегка сместиться во время супрессорного выпуска и с колонной быстрой работы это может привести к незначительным помехам для F^- или Cl^-. Для устранения этой помехи, проанализировать стандарты, в которых упоминается ожидаемый результат или исключить погружение в воду путем разбавления пробы элюантом или путем добавления концентрированного элюанта в пробу для того, чтобы получить такую же концентрацию $HCO_3^-/C0_3^{2-}$, что и в элюанте. Если регулировка проб выполнена, идентично откорректировать стандартные растворы и холостые определения.

ПРИМЕЧАНИЕ A4.5: Погружение в воду возникает, так как проводимость воды в пробе меньше, чем проводимость элюанта (элюант разбавляется водой).

A4.6.2.1 Если для заданной настройки детектора создается линейность, то допускается калибровка с использованием единственного стандарта. Внести в протокол высоту или площадь пика и время удержания для расчета коэффициента калибровки, F.

A4.6.3 *Анализ пробы* — Очистить пробу от частиц, при необходимости, путем фильтрования через предварительно вымытый мембранный фильтр с диаметром пор 0,2-мкм. Используя предварительно вымытый шприц емкостью от 1 до 10 мл, оснащенный насадкой с наружной резьбой, впрыснуть пробу или стандартный образец. Впрыснуть количество пробы, достаточное для промывания контура пробы несколько раз: на 0,1 мл контура пробы впрыснуть 1 мл. Переключить ионный хроматограф с режима загрузка в режим впрыска и записать высоту пика и время удержания на ленточный самописец. После появления последнего (SO_4^{2-}) и возвращения сигнала проводимости на базовую линию, можно впрыскивать другую пробу.

A4.6.4 *Регенерация*— Для систем без волоконного супрессора, регенерировать с 1 N H_2SO_4 в соответствии с инструкциями изготовителя, если базовая линия проводимости превышает 300 мкСм при нахождении супрессорной колонны на линии.

A4.7 Расчет

A4.7.1 Рассчитать концентрацию каждого аниона, в мг/л, обращаясь к соответствующей кривой градуировки. Или, если реакция оказывается линейной, использовать следующее уравнение:

$$C = H \times F \times D$$

где:

C = количество аниона в мг/л,
H = высота или площадь пика,
F = коэффициент реакции—концентрация стандартного раствора/высота (или площадь) стандартного раствора и
D = коэффициент разбавления для проб, требующих разбавления.

ТАБЛИЦА A4.2
ТОЧНОСТЬ И ПОГРЕШНОСТЬ, НАБЛЮДАЕМЫЕ ДЛЯ АНИОНОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОДЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Анион	Добавленное количество, мг/л	Обнаруженное количество, мг/л	Общая точность, мг/л	Точность при одном операторе, мг/л	Значимая погрешность 95% Уровень
F-	0,48	0,49	0,05	0,03	Нет
F-	4,84	4,64	0,52	0,46	Нет
Cl	0,76	0,86	0,38	0,11	Нет
Cl-	17	17,2	0,82	0,43	Нет
Cl	455	471	46	13	Нет
NO_2	0,45	0,09	0,09	0,04	Да, отриц.
NO_2	21,8	19,4	1,9	1,3	Да, отриц.
Br-	0,25	0,25	0,04	0,02	Нет
Br-	13,7	12,9	1,0	0,6	Нет
PO_4^{3-}	0,18	0,10	0,06	0,03	Да, отриц.
PO_4^{3-}	0,49	0,34	0,15	0,17	Да, отриц.
NO_3^-	0,50	0,33	0,16	0,03	Нет
NO_3^-	15,1	14,8	1,15	0,9	Нет
SO_4^{2-}	0,51	0,52	0,07	0,03	Нет
SO_4^{2-}	43,7	43,5	2,5	2,2	Нет

A4.8 Точность и погрешность

A4.8.1 Пробы воду для лабораторных исследований, в которую были добавлены общие анионы, были проанализированы в 15 лабораториях; результаты этих исследований представлены в Таблице A4.2.

СТАТЬЯ 25
СТАНДАРТЫ ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

СТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СУХОЙ ПЛЕНКИ НЕМАГНИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, НАНОСИМЫХ НА ПОДЛОЖКУ ИЗ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

SD-1186

(Аналогично документу ASTM D 1186-01)

1. СФЕРА ДЕЙСТВИЯ

1.1 Настоящие методы испытаний описывают неразрушающие измерения толщины сухой пленки немагнитных покрытий, нанесенных на подложку из черных металлов, с использованием серийно выпускаемых контрольно-измерительных приборов. Настоящие методы испытаний предполагается использовать в качестве дополнений к инструкциям изготовителя для ручной работы с контрольно-измерительными приборами, и данные не предназначены взамен вышеупомянутого. Они описывают применение КИП, основанных только на магнитных принципах измерения. Метод испытаний А предусмотрен для измерений пленок с использованием механических магнитный толщиномер, работающий по принципу «отрыва», а метод испытаний В предусмотрен для измерения пленок с использованием магнитно-электронных приборов.

1.2 Настоящие методы не применяются к покрытиям, которые будут легко деформироваться при нагрузке от контрольно-измерительных приборов, так как зонд для получения показания должен помещаться непосредственно на поверхность покрытия.

1.3 Значения, приводимые в единицах измерения СИ, должны рассматриваться как стандартные. Значения, указанные в скобках, приведены только для сведения.

1.4 *Настоящий стандарт не направлен на решение всех вопросов техники безопасности, если таковые имеются, связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности и охраны труда и определение применимости регулятивных ограничений до начала его применения.*

2. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

D 609 Методика подготовки холоднокатаных стальных плит для испытания краски, лака, конверсионных покрытий и соответствующих продуктов покрытий (Practice for Preparation of Cold-Rolled Steel Panels for Testing Paint, Varnish, Conversion Coatings, and Related Coating Products)

D 823 Методика нанесения постоянных слоев краски, лака и других соответствующих продуктов покрытий на испытательные плиты (Practices for Producing Films of Uniform Thickness of Paint, Varnish, and Related Products on Test Panels)

2.2 *Стандарт Совета по окраске стальных конструкций:*

SSPC-PA2 Измерение толщины сухого покрытия с помощью магнитных контрольно-измерительных приборов (Measurement of Dry Paint Thickness with Magnetic Gages)

МЕТОД ИСПЫТАНИЙ А — МАГНИТНЫЕ ТОЛЩИНОМЕРЫ, РАБОТАЮЩИЕ ПО ПРИНЦИПУ «ОТРЫВА»

3. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО МЕТОДУ ИСПЫТАНИЙ

3.1 Приборы, соответствующие настоящему методу испытаний, замеряют толщину с помощью пружины, отрегулированной для определения силы, требуемой чтобы отвести магнит от подложки из черных металлов, покрытой немагнитной пленкой. Для снятия показаний прибор необходимо поместить непосредственно на поверхности покрытия.

3.2 Сила притяжения магнита к основанию изменяется обратно пропорционально толщине наносимой пленки. Растяжение пружины, требуемое для преодоления притяжения магнита к подложке, указано на шкале измерительного прибора как расстояние (в милах или микронах) между магнитом и подложкой.

4. ЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

4.1 На многие свойства покрытия, такие как сцепление, коррозионная защита, эластичность и прочность, значительно влияет толщина сухой пленки. Чтобы была возможность сравнить результаты, полученные разными операторами, очень важно знать толщину пленки.

4.2 Большинство защитных покрытий и покрытий с высокими эксплуатационными показателями наносятся в соответствии с требованиями или спецификациями по толщине сухой пленки каждого покрытия или системы в целом, или с тем и другим. Для выполнения своего предполагаемого предназначения, покрытия должны наноситься в рамках определенной минимальной и максимальной толщины. В дополнение к возможным дефектам выполнения работ, неэкономично наносить больше материала, чем требуется при покрытии больших площадей. Настоящий метод применяется для измерения толщины пленки покрытия черных металлов.

5. ПРИБОРЫ

5. *Постоянный магнит,* небольшой, подсоединенный либо напрямую к цилиндрической пружине («карандашный» прибор), либо к горизонтальному плечу рычага, которое присоединяется к винтовой пружине (дисковой прибор). Увеличивающая сила прилагается к магниту растягивающейся цилиндрической пружиной в первом случае или поворотом градуированного диска, который сворачивает винтовую пружину во втором случае. Полученные величины отображаются непосредственно на шкале измерительного прибора.

5.2. *Эталоны толщины покрытий,* с предписанными значениями, контролепригодные в соответствии с требованиями государственных стандартов, могут быть получены из нескольких источников, включая большинство изготовителей толщиномеров покрытий.

6. ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

6.1 Когда данный метод испытаний применяется в полевых условиях, то образцом является покрытая конструкция или изделие, толщину покрытия которого необходимо определить.

6.2 В лабораторных условиях нанесите исследуемый материал на плиты с аналогичной шероховатостью, формой, толщиной, составом и магнитными свойствами, на которых необходимо определить толщину.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Описание используемых плит и методов подготовки поверхности приведено в Practice D 609.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Покрытия необходимо наносить в соответствии с Practice D 823 или по согласованию между сторонами, заключившими контракт.

7. ПОВЕРКА КАЛИБРОВКИ ПРИБОРОВ

7.1 Разные изготовители приборов следуют разным методам регулировки калибровки. Поверку калибровки проводите в соответствии с инструкциями изготовителя.

7.2 Раздел по типам стандартов, используемых для поверки калибровки, должен быть основан на том типе, который обеспечивает лучшую и наиболее приемлемую калибровку, учитывая: тип прибора, рельеф поверхности образца и требования контракта. В приложении X1 указана информация, полезная для обоснованного выбора стандартов.

7.3 Следуя инструкциям по эксплуатации изготовителя, измерьте толщину ряда эталонов калибровки, охватывая ожидаемый диапазон толщины покрытия. Чтобы исключить возможность измерения неточным прибором, проводите повторную проверку прибора через равные промежутки. Промежутки должны быть установлены по соглашению между сторонами, заключившими контракт, их необходимо придерживаться в течение всего процесса контроля.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Обычно приборы дискового типа могут использоваться в любом месте, в то время как приборы «карандашного» типа могут использоваться только в вертикальном положении, за исключением случаев, когда у них есть отдельные индикаторы для горизонтальных и вертикальных положений. Следуйте рекомендациям изготовителя.

8. ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ

8.1 Используйте прибор только после того, как калибровка будет подтверждена в соответствии с разделом 7.

8.2 Перед тем, как использовать прибор, убедитесь, что покрытие сухое.

8.3 Осмотрите головку зонда и поверхность, которая будет измеряться, и убедитесь, что они чистые. Прилипшие магнитные опилки или другие загрязнения поверхности повлияют на показания прибора.

8.4 Показания снимайте в местах, где нет электрических или магнитных полей. В указанных положениях также не должно быть вибраций, если применяются механические магнитные толщиномеры, работающие по принципу «отрыва».

8.5 На точность измерения может повлиять снятие показаний в пределах 25 мм (1 дюйма) от края или прямого угла образца.

8.6 Измеряйте покрытие, следуя инструкциям изготовителя.

8.7 Периодически поверяйте калибровку, чтобы убедиться, что прибор продолжает считывать показания соответствующим образом. Если обнаружиться, что прибор регулировка сбилась, повторно измерьте толщину, показания которой были сняты с последней удовлетворительной проверки калибровки.

8.8 Для характеристики поверхности снимите достаточное количество показаний.

8.8.1 Для измерений в условиях лаборатории рекомендуется минимум три показания на 75 – 150 мм (3 – 6 дюймовый) плита и более, пропорционально размеру.

8.8.2 Для измерения в полевых условиях рекомендуется минимум пять измерений, выполненных произвольно, на каждые 10м^2 (100 футов^2) площади поверхности. Каждое из пяти измерений должно быть средним от трех разных показаний прибора в пределах окружности 4-см (1,5-дюйма) диаметром.

8.9 Производите измерения на расстоянии как минимум 13 мм ($^1/_2$ дюйма) от края или угла образца. Если необходимо снять показания ближе, чем 13 мм ($^1/_2$ дюйма), проверьте воздействие (если есть), которое может оказывать на измерение край.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Дополнительную информацию, описывающую количество измерений, которые необходимо снять на больших конструкциях и на негладких поверхностях, см. в SSPC PA-2.

9. ОТЧЕТ

9.1 В отчете должна содержаться следующая информация:

9.1.1 Используемый прибор, серийный номер,

9.1.2 Диапазон и среднее значение показаний толщины и

9.1.3 В зависимости от применения, также регистрация отдельных показаний.

10. ТОЧНОСТЬ И СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

10.1 Недавно было представлено новое круговое исследование. Данные проходили статистический анализ. По завершению будут зафиксированы требуемые разделы «Повторяемость и воспроизводимость» настоящего метода испытаний, и круговое исследование будет подтверждено документами в отчете об исследовании ASTM.

10.2 *Систематическая погрешность* — Систематическую погрешность для метода испытаний А настоящего стандарта в отношении измерения толщины сухой пленки нельзя определить, поскольку у каждого прибора собственная систематическая погрешность.

МЕТОД ИСПЫТАНИЙ В — ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

11. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО МЕТОДУ ИСПЫТАНИЙ

11.1 Приборы, соответствующие настоящему методу испытаний, измеряют толщину путем помещения головки зонда на покрытую поверхность и используют электрическую схему для преобразования эталонного сигнала в толщину покрытия.

11.2 Приборы этого типа определяют, в пределах головки зонда или самого прибора, изменения магнитного потока, вызванные колебаниями в расстоянии между головкой зонда и подложкой.

12. ПРИБОРЫ

12.1 Испытательная аппаратура должна представлять собой электрический прибор, который использует головку зонда, в которой находится постоянный магнит или пружина под переменным током, расположенная непосредственно на поверхности. Толщина покрытия высвечивается на дисплее прибора.

12.2 Имеются в наличии эталоны с предписанными значениями толщины покрытия, контролепригодные в соответствии с требованиями государственных стандартов.

13. ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ

13.1 См. раздел 6.

14. КАЛИБРОВКА ПРИБОРОВ

14.1 См. раздел 7.

15. ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ

15.1 См. раздел 8. Исключить этапы 8.5 и 8.7.

16. ОТЧЕТ

16.1 См. раздел 9.

17. ТОЧНОСТЬ И СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

17.1 *Точность* — см. раздел 10.

17.2 *Систематическая погрешность* — Систематическую погрешность для метода испытаний В настоящего стандарта в отношении измерения толщины сухой пленки нельзя определить, поскольку у каждого прибора собственная систематическая погрешность.

18. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

18.1 толщина покрытия; толщина сухой пленки; магнитные приборы; толщина, определяемая при неразрушающих испытаниях; толщина краски.

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

X1. ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРА

X1.1 Рекомендуемая практика – убедиться в надежности показаний прибора путем периодического проведения проверочных испытаний либо до, либо после критических определений. Эта практика гарантирует, что не только показания прибора верны, но и то, что он, верно калиброван для обеспечения максимальной точности показаний на образце. Не во всех случаях требуется такой уровень точности, и поскольку это лишь предложение, включение данной практики остается на усмотрение сторон, заключивших контракт.

X1.2 Определенные характеристики образцов могут повлиять на точность калибровки. Они включают в себя, помимо всего прочего, следующее:

X1.2.1 Контур поверхности подложки (шероховатость),

X1.2.2 Контур поверхности покрытия,

X1.2.3 Толщина подложки,

X1.2.4 Рельеф поверхности образца (кривые небольшого радиуса, небольшие диаметры, сложные кривые и т.д.) и

X1.2.5 Любые характеристики, которые влияют на магнитную или проницаемость для вихревых токов подложки или покрытия, такие как остаточная намагниченность или неоднородность магнитных характеристик.

X1.3 Калибровка, проведенная на гладких, отполированных образцах, гарантирует, что прибор будет откалиброван соответствующим образом, и что калибровка будет соответствовать любым измерениям на образцах с теми же характеристиками, но измерение образцов, отличающихся от калибровочного материала, может быть не самым лучшим вариантом. По возможности необходимо проводить поверку на образцах с известной толщиной покрытия, нанесенного на подложки, которые как можно более схожи с образцами, которые будут испытываться.

X1.4 Непрактично для каждого известного стандарта толщины обеспечивать образцы всех возможных форм. Альтернативный метод – поверить калибровку на непокрытой подложке как можно более схожей с образцом с использованием немагнитной металлической фольги, пластмассовой тонкой прокладки или пленки известной толщины для имитации покрытия.

X1.5 При использовании данной поверки метода калибровки необходимо принимать во внимание дополнительные характеристики, которые могут повлиять на замеренные величины. Наборы пластмассовых или медных тонких прокладок обычно имеют характерную кривизну. Эта кривизна может действовать как плоская пружина и заставить магнитный толщиномер, работающий по принципу отрыва, преждевременно «отталкиваться» от поверхности, в результате чего показания будут неверными.

X1.6 С некоторыми материалами и толщинами, возможно, что тонкая прокладка не будет лежать плоско, что также может дать ошибочные показания. Для минимизации данного эффекта существуют различные методики, такие как установка тонкой прокладки в держатель, который сохраняет растяжение в тонкой прокладке для устранения тенденции прокладки к изгибу.

X1.7 Другие факторы, возникающие в пластмассовых прокладках, которые обычно не присутствуют в окрашенных или покрытых образцах для калибровки включают (помимо всего прочего):

X1.7.1 Стойкие загибы прокладки ввиду сворачивания,

X1.7.2 Захват воздуха между прокладкой и подложкой,

X1.7.3 Искажение в результате внешних условий, таких как температура, и

X1.7.4 Несоответствие толщины прокладки из-за давления головки зонда. Это может быть постоянным «углублением» в прокладке.

X1.8 Даже с этими факторами, влияющими на паспортную точность пластмассовых прокладок, во многих случаях поверка калибровки с использованием пластмассовых прокладок на образце, который предстоит измерить, может быть более соответствующей (точной) калибровкой, чем использование покрытых или окрашенных эталонов.

X1.9 Вне зависимости от того, какие используются эталоны, периодически необходимо проводить их поверку, чтобы гарантировать, что приписанное значение верно. Даже металлическое покрытие металла может износиться или быть повреждено до такой степени, что это будет влиять на показания.

СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

07

SE-709

(Аналогично документу ASTM Specification E 709-01)

1. СФЕРА ДЕЙСТВИЯ

1.1 Настоящее руководство описывает методики магнитопорошковой дефектоскопии, как сухими, так и влажными частицами, метод неразрушающего контроля для выявления трещин и других несплошностей непосредственно на поверхности или возле поверхности ферромагнитных материалов. Магнитопорошковая дефектоскопия может применяться к исходному материалу, наполовину готовому материалу (сутункам, блюмам, отливкам и поковкам), готовому материалу и сварным швам, независимо от наличия термообработки или ее отсутствия. Она применима для профилактического осмотра.

1.1.1 Настоящее руководство предназначено для использования в качестве справочной информации для помощи в подготовке спецификаций/стандартов, методик и технологий.

1.2 Настоящее руководство также является справочной информацией, которая может использоваться следующим образом:

1.2.1 Для определения средств, с помощью которых могут быть проанализированы магнитопорошковая дефектоскопия, методики, рекомендованные или требуемые отдельными организациями, для оценки их применимости и полноты.

1.2.2Для помощи в организации мощностей и персонала, занятых в магнитопорошковой дефектоскопии.

1.2.3 Для помощи в подготовке методик, имеющих дело с обследованием материалов и деталей. Настоящее руководство описывает технологии магнитопорошковой дефектоскопии, которые рекомендуются для большого количества размеров и форм ферромагнитных материалов и значительно варьирующихся требований по обследованию. Поскольку как в методике, так и в технологии много допустимых различий, точные требования должны быть изложены в письменной методике (см. раздел 21).

1.3 Настоящее руководство не указывает, не предлагает или не определяет стандарты на условия приемки для деталей/изделий, обследованных по этим технологиям. Однако следует подчеркнуть, что после того, как показания будут сняты, их необходимо интерпретировать или классифицировать, а только потом провести оценку. Для этой цели должны быть отдельные нормы и правила, спецификация или отдельное соглашение для определения типа, размера, расположения, степени совмещения и разнесения, концентрации на участке и ориентации показаний, которые неприемлемы в определенной детали в сравнении с теми, которые не нужно удалять перед одобрением детали. Необходимо определить условия, если повторная обработка или ремонт не разрешены.

1.4 Настоящее руководство описывает использование следующих технологий методов магнитопорошковой дефектоскопии.

1.4.1 Сухой магнитный порошок (см. 8.4),

1.4.2 Влажная магнитная частица (см. 8.5),

1.4.3 Магнитная суспензия/цветные магнитные частицы (см. 8.5.8), и

1.4.4 Полимерные магнитные частицы (см. 8.5.8).

1.5 *Аттестация персонала* — Персонал, осуществляющий обследование в соответствии с настоящим руководством, должен быть аттестован и иметь сертификаты в соответствии ASNT Recommended Practice No. SNT-TC-1A, ANSI/ASNT Стандарт CP-189, NAS 410 или как определено в договоре или заказе на поставку.

1.6 *Организация по проведению неразрушающих испытаний* — Если для проведения обследования пользуются услугами организации по проведению неразрушающих испытаний, как описано в документе Practice E 543, то данная организация должна отвечать требованиям Practice E 543.

1.7 *Содержание:*

Сфера действия 1
Описание сферы применения. 1.1
Справочная литература. 1.2
Стандарты на приемку неупомянутых деталей 1.3
Приемы методов магнитопорошковой дефектоскопии 1.4
Аттестация персонала. 1.5
Организация по проведению неразрушающих испытаний. 1.6
Содержание. 1.7
Единицы системы СИ 1.8
Информация по безопасности. 1.9
Справочная литература 2
Стандарты ASTM 2.1
Документация SAE. 2.2
Документация ASNT 2.3
Документация правительства США. 2.4
Терминология 3

Сводка рекомендаций. 4
Принцип. 4.1
Метод. 4.2
Намагничивание. 4.3
Типы магнитных частиц и их применение. 4.4
Оценка показаний. 4.5
Типовые показания при магнитопорошковой дефектоскопии. 4.6
Значимость и применение. 5
Оборудование. 6
Типы. 6.1
Мобильность. 6.2
Ярмо. 6.3
Электроды для намагничивания. 6.4
Невидимое излучение. 6.5
Поверка оборудования. 6.6
Зона обследования. 7
Интенсивность света при обследовании 7.1
Очистка рабочего места. 7.2
Материалы, содержащие магнитные частицы. 8
Типы частиц. 8.2
Характеристики частиц. 8.3
Сухие частицы. 8.4
Системы с влажными частицами. 8.5
Подготовка детали. 9
Общая информация. 9.1
Очистка обследуемой поверхности. 9.2
Последовательность действий. 10
Последовательность нанесения частиц и создание поля магнитного потока. 10.1
Типы токов намагничивания. 11
Основные типы токов. 11.1
Методы намагничивания деталей. 12
Охват обследования. 12.1
Прямое и косвенное намагничивание. 12.2
Выбор метода намагничивания 12.3
Направление магнитных полей. 13
Ориентация несплошности по отношению к ориентации магнитного поля. 13.1
Круговое намагничивание. 13.2
Тороидальное намагничивание. 13.3
Продольное намагничивание. 13.4
Многонаправленное намагничивание. 13.5
Напряженность магнитного поля. 14
Напряженности намагничивающего поля. 14.1
Определение напряженности поля. 14.2
Руководство для создания магнитных полей. 14.3
Нанесение сухих и влажных магнитных частиц 15
Сухие магнитные частицы. 15.1
Нанесение влажных магнитных частиц. 15.2
Магнитная суспензия/краска. 15.3
Магнитные полимеры. 15.4
Интерпретация показаний. 16
Действительные показания. 16.1
Регистрация показаний. 17
Средства регистрации. 17.1
Сопутствующая информация. 17.2
Размагничивание. 18
Применимость 18.1
Методы размагничивания. 18.2
Степень размагничивания. 18.3
Очистка после обследования. 19
Удаление частиц. 19.1
Способы удаления частиц. 19.2
Оценка эффективности/чувствительности системы. 20
Дополнительные факторы. 20.1
Техобслуживание и калибровка оборудования. 20.2
Поверки оборудования. 20.3
Контроль уровня освещенности зоны обследования 20.4
Контроль качества сухих частиц. 20.5
Контроль качества влажных частиц. 20.6
Контроль характеристик раствора. 20.7
Поверка эффективности системы. 20.8
Процедура и отчет. 21
Письменные процедуры. 21.1
Письменные отчеты. 21.2
Стандарты на приемку. 22
Безопасность. 23
Точность и систематическая погрешность. 24
Ключевые слова. 25
Дополнение. ....ДополнениеAl
Приложение XI. ....Приложение XI
Приложение X2. ....ПриложениеX2

1.8 Числовые значения, приведенные в единицах дюйм-фунт должны рассматриваться как стандартные. Единицы системы СИ указываются только для сведения.

1.9 *Настоящий стандарт не направлен на решение всех вопросов техники безопасности, если таковые имеются, связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности и охраны труда и определение применимости регулятивных ограничений до начала его применения.*

2. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

A 275/A 275M Метод испытаний для магнитопорошковой дефектоскопии стальных поковок (Test Method for Magnetic Particle Examination of Steel Forgings)

A 456/A 456M Спецификация на магнитопорошковую дефектоскопию больших коленчатых валов (Specification for Magnetic Particle Examination of Large Crankshaft)

D 93 Методы испытаний для определения температуры воспламенения прибором с закрытым тиглем Пенски-Мартенс (Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Tester)

D 129 Метод испытаний для определения содержания серы в нефтепродуктах (Общий метод испытания в бомбе) (Test Method for Sulfur in Petroleum Products (General Bomb Method)

D 445 Метод испытаний для определения кинематической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей (и вычисление динамической вязкости) (Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and the Calculation of Dynamic Viscosity)

D 808 Метод испытаний для определения содержания хлора в свежих и отработанных нефтепродуктах (Метод испытания в бомбе) (Test Method for Chlorine in New and Used Petroleum Products (Bomb Method)

D 1966 Метод испытаний для определения осадка в неочищенном льняном масле весовым методом (Test Method for Foots in Raw Linseed Oil Gravimetric Method)

E 165 Метод испытаний для капиллярной дефектоскопии (Test Method for Liquid Penetrant Examination)

E 543 Методика для организаций, проводящих неразрушающие испытания (Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing)

E 1316 Терминология неразрушающих контролей (Terminology for Nondestructive Examinations)

1444 Методика для магнитопорошковой дефектоскопии (Practice for Magnetic Particle Examination)

2.2 *Ассоциация инженеров автомобилестроения(SAE):* Технические условия на авиационно-космические материалы 18:

AMS 2300 Чистота авиационной стали высшего качества. Метод магнитопорошковой дефектоскопии (Premium Aircraft Quality Steel Cleanliness Magnetic Particle Inspection Procedure)

AMS 2301 Чистота авиационной стали. Метод магнитопорошковой дефектоскопии (Aircraft Quality Steel Cleanliness Magnetic Particle Inspection Procedure)

AMS 2303 Чистота авиационной стали высшего качества. Мартенситные нержавеющие стали. Метод магнитопорошковой дефектоскопии (Aircraft Quality Steel Cleanliness Martensitic Corrosion Resistant Steels Magnetic Particle Inspection Procedure)

AMS 2641 Метод магнитопорошковой дефектоскопии со связующими веществами (Vehicle Magnetic Particle Inspection)

AMS 3040 Магнитные частицы, нефлуоресцентные, сухой метод (Magnetic Particles, Non-fluorescent, Dry Method)

AMS 3041 Магнитные частицы, нефлуоресцентные, влажный метод, масляное связующее, готовые к использованию (Magnetic Particles, Non-fluorescent, Wet Method, Oil Vehicle, Ready to Use)

AMS 3042 Магнитные частицы, нефлуоресцентные, влажный метод, сухой порошок (Magnetic Particles, Non-fluorescent, Wet Method, Dry Powder)

AMS 3043 Магнитные частицы, нефлуоресцентные, масляное связующее, в аэрозольной упаковке (Magnetic Particles, Non-fluorescent, Oil Vehicle, Aerosol Packaged)

AMS 3044 Магнитные частицы, флуоресцентные, влажный метод, сухой порошок (Magnetic Particles, Fluorescent, Wet Method, Dry Powder)

AMS 3045 Магнитные частицы, нефлуоресцентные, влажный метод, масляное связующее, готовые к использованию (Magnetic Particles, Non-fluorescent, Wet Method, Oil Vehicle, Ready to Use)

AMS 3046 Магнитные частицы, нефлуоресцентные, влажный метод, масляное связующее, в аэрозольной упаковке (Magnetic Particles, Non-fluorescent, Wet Method, Oil Vehicle, Aerosol Packaged)

AMS 5062 Сталь низкоуглеродистая, прутки, поковки, трубчатый профиль, листы, полосы и толстые листы с содержанием углерода 0,25 максимум (Steel, Low Carbon Bars, Forgings, Tubing, Sheet, Strip, and Plate 0.25 Carbon, Maximum)

AMS 5355 Литье по выплавляемым моделям (Investment Castings)

AMS-I-83387 Процесс приемочного контроля, магнитная резина (Inspection Process, Magnetic Rubber)

AS 4792 Реагенты водоочистки для водной магнитопорошковой дефектоскопии (Water Conditioning Agents for Aqueous Magnetic Particle Inspection)

AS 5282 Кольцевой эталон из инструментальной стали для магнитопорошковой дефектоскопии (Tool Steel Ring Standard for Magnetic Particle Inspection)

AS 5371 Эталонные шайбы с надрезами для магнитопорошковой дефектоскопии (Reference Standards Notched Shims for Magnetic Particle Inspection)

2.3 *Американское общество специалистов по неразрушающим испытаниям:*

SNT-TC-1A Руководящие указания по методу магнитопорошковой дефектоскопии (Recommended Practice Magnetic Particle Method)

CP-189 ASNT Аттестация и сертификация персонала, осуществляющего неразрушающие испытания (Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel)

2.4 *Федеральные стандарты:*

A-A-59230 Жидкость, магнитопорошковая дефектоскопия, суспензия FED-STD 313 Подготовка и представление ведомости данных по безопасности материалов

2.5 *Документы Администрации США по охране труда и здоровья (OSHA):*

29CFR 1910.1200 Информация по опасности (Hazard Communication)

2.6 *Документы Ассоциации промышленных рекламодателей (AIA):*

NAS 410 Аттестация и сертификация персонала, осуществляющего неразрушающие испытания (Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 Определения терминов**,** использованных в настоящей методике, см. в документе Terminology E 1316.

4. СВОДКА РЕКОМЕНДАЦИЙ

4.1 *Принцип* — Метод магнитопорошковой дефектоскопии основан на том принципе, что силовые линии магнитного поля в ферромагнитном материале будут нарушены изменением целостности материала, таким как резкое изменение размеров или нарушение сплошности. Если нарушение сплошности выходит на поверхность или близко к поверхности намагниченного вещества, линии магнитной индукции будут нарушены на поверхности, состояние называемое «рассеяние магнитного потока». Когда тонкие магнитные частицы распределяются в зоне нарушения сплошности по мере существования рассеяния магнитного поля, они будут удерживаться на месте, и скопление частиц будет видно при соответствующем освещении. Несмотря на то, что существует несколько методов магнитопорошковой дефектоскопии, они все зависят от этого принципа, когда магнитные частицы будут удерживаться в местах нахождения рассеяния магнитного потока.

4.2 *Метод* — Несмотря на то, что этот метод допускает изменения и описывает различные изменяющиеся требования к оборудованию, материалам и методикам, существуют три основных шага, важные для данного метода:

4.2.1 Деталь должна быть намагничена.

4.2.2 Магнитные частицы типа, обозначенного в договоре/заказе на поставку/спецификации, должны наноситься во время, пока деталь намагничена.

4.2.3 Любое скопление магнитных частиц должно быть обследовано, интерпретировано и оценено.

4.3 *Намагничивание*

4.3.1 *Способы намагничивания* — Ферромагнитный материал можно намагнитить либо пропустив электрический ток через материал, либо поместив материал в магнитное поле, создаваемое внешним источником. Можно намагнитить всю массу или часть массы, в зависимости от размера и мощности оборудования или потребности. Как отмечалось ранее, нарушение сплошности должно прервать нормальную траекторию силовых линий магнитного поля. Если нарушение сплошности выходит на поверхность, рассеяние магнитного потока будет на максимальном расстоянии для того определенного нарушения сплошности. Если тоже нарушение непрерывности ниже поверхности, рассеяние магнитного потока, явное на поверхности, будет меньше. Фактически, нарушения сплошности должны выходить на поверхность, чтобы создать достаточное рассеяние магнитного потока для скопления магнитных частиц.

4.3.2 *Направление поля* — Если нарушение сплошности параллельно силовым линиям магнитного поля, оно может быть фактически не обнаруживаемым. Поэтому, раз нарушения сплошности могут возникнуть в любом направлении, может понадобиться намагнитить часть требуемой зоны дважды или более, раз последовательно в разных направлениях, тем же методом или комбинацией методов (см. Раздел 13), чтобы навести силовые линии магнитного поля в нужном направлении для проведения соответствующего обследования.

4.3.3 *Напряженность поля* — Магнитное поле должно быть соответствующего напряжения для выявления тех нарушений сплошности, которые недопустимы, но все же может быть не настолько большим, чтобы превышение частиц скапливалось локально, тем самым, маскируя существенные показания (см. Раздел 14).

4.4 *Типы магнитных частиц и их применение* — Существуют различные типы магнитных частиц, доступных для использования в магнитопорошковой дефектоскопии. Они доступны в качестве сухих порошков (флуоресцентных и нефлуоресцентных) готовых для использования в состоянии поставки (см. 8.4), порошковых концентратов (флуоресцентных и нефлуоресцентных) для приготовления дисперсии в воде или суспендирующих легких дистиллятов петролейных эфиров (см. 8.5), магнитных суспензий/красок (см. 8.5.7) и магнитного рассеяния полимеров (см. 8.5.8).

4.5 *Оценка показаний* — Когда материал для исследования намагничен соответствующим образом, магнитные частицы нанесены соответствующим образом и избыток частиц должным образом удален, концентрации магнитных частиц – в местах рассеяния магнитного поля. Эти концентрации показывают деформацию магнитного поля и называются «показаниями». Без смещения частиц показания могут быть обследованы, классифицированы, интерпретированы для выявления причины, сравнены со стандартами на условия приемки, а также может быть принято решение относительно действий с материалом, который содержит показания.

4.6 *Типовые показания при магнитопорошковой дефектоскопии*

4.6.1 *Нарушения сплошности поверхности* — Нарушения сплошности поверхности, за некоторыми исключениями, образует острые, четкие формы (см. Приложение A 1).

4.6.2 *Подповерхностные нарушения сплошности* — Подповерхностные нарушения сплошности дают менее четкие показания, чем те, которые выходят на поверхность. Формы скорее более широкие, чем острые и частицы менее плотно удерживаются (см. Приложение A l).

5. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

5.1 Метод магнитопорошковой дефектоскопии неразрушающего контроля показывает наличие поверхностных и подповерхностных нарушений сплошности материалов, которые можно намагнитить (ферромагнитных). Этот метод можно применять для проведения обследования частей/деталей или конструкций и для применений в полевых условиях, где определяющими факторами являются мобильность оборудования и доступность зоны обследования. Возможность метода по выявлению небольших нарушений сплошности может быть улучшена применением флуоресцентных частиц, взвешенных в подходящем связующем веществе и образованием магнитного поля соответствующей напряженности, чья ориентация как можно более приближена к 90 градусам по отношению к предполагаемому нарушению сплошности (см. 4.3.2). Если обеспечить большую гладкость поверхности, это улучшает подвижность магнитных частиц под влиянием магнитного поля для скопления на поверхности в месте возникновения рассеяния магнитного потока.

6 ОБОРУДОВАНИЕ

6.1 *Типы* — Существует несколько типов оборудования, пригодного для намагничивания ферромагнитных частей и деталей. За исключением постоянного магнита, всему оборудованию необходим источник питания, способный подавать необходимые уровни тока для образования магнитного поля. Применяемый ток определяет размеры кабелей и мощность реле, переключающих контактов, измерительных приборов и выпрямителя, если источником питания является переменный ток.

6.2 *Мобильность* — Мобильность, которая включает возможность переноски оборудования вручную, что может быть достигнуто за счет использования магнитного ярмо. Его размер ограничивает возможность образования магнитных полей, что может быть получено от оборудования с большими электрическими токами. Передвижное оборудование общего назначения, которое можно смонтировать в машине, обычно предназначено либо для использования с электродами на концах двух кабелей, либо только кабелей, которые подсоединены к обследуемой детали, по резьбе в отверстии или с накруткой вокруг. Мобильность ограничена кабелем, размером и окружающей средой. Подводный осмотр на оффшорных буровых и нефтегазодобывающих платформах – примеры неблагоприятной среды.

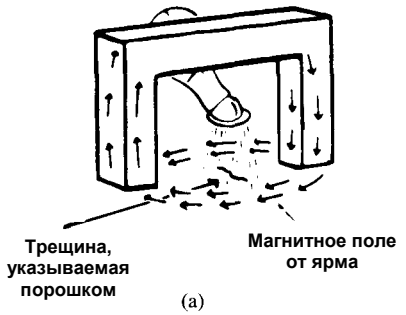
6.3 *Ярмо* — Ярмо – это обычно С-образные электромагниты, которые образуют магнитное поле между полюсами (стержнями) и используются для локального намагничивания (Рис. 1). Многие переносные ярмо имеют стержни (полюса) на шарнирах, что позволяет настроить стержни для контакта с неправильными поверхностями или двумя поверхностями, которые соединяются под углом.

6.3.1 *Постоянные магниты* — Постоянные магниты доступны, но их использование может быть ограничено во многих случаях. Постоянные магниты могут потерять свое магнитное поле, вырабатывая мощность, когда они частично размагничиваются сильным потоком поля при повреждении или падении. Кроме того, подвижность частиц, вызванная переменным током и импульсами однополупериодного выпрямленного тока, в электромагнитных ярмо не присутствует. Частицы, металлические опилки, стружки и налипание мусора к полюсам может создать проблемы для последующей очистки.

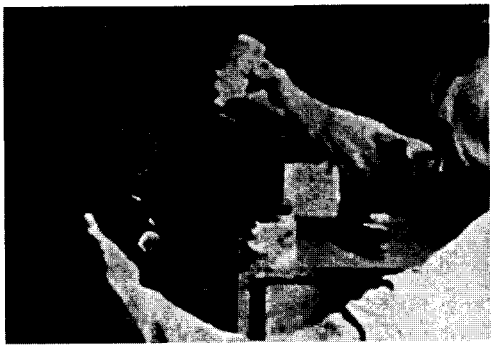
6.4 *Электроды для намагничивания* — Электроды для намагничивания используются для локального намагничивания (см. Рис. 2). Головки электродов, контактирующие с деталью, должны быть желательно алюминиевыми с медной оплеткой или медными бобышками, а не полностью медными. При полностью медных головках случайное образование электрической дуги при размещении или удалении электрода для намагничивания может вызвать проникновение меди в поверхность, в результате чего возникнет металлургическое повреждение (разупрочнение, отвердевание, растрескивание и т.д.). См. 12.3.1.1(a). Напряжения разомкнутой цепи не должны превышать 25 В.

6.4.1 *Управляющий дистанционный переключатель* — Необходимо обеспечить управляющий дистанционный переключатель, который может быть встроен в ручку электрода, чтобы была возможность включения тока после того, как электроды будут должным образом размещены, и отключения тока до того, как удалить электроды, чтобы свести к минимуму образование электрической дуги (прожог). [См. 12.3.1.1(a).]

РИС. 1
МЕТОД ЯРМА ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ ДЕТАЛИ

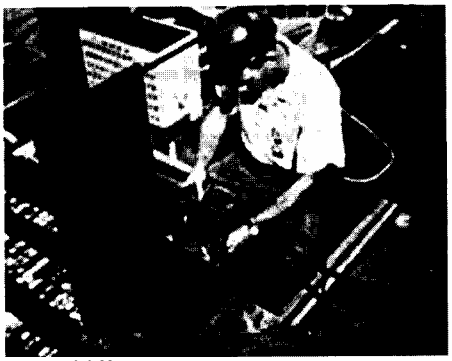


(a)

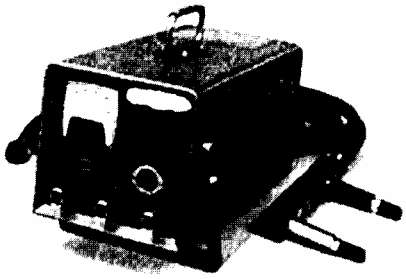


(b)

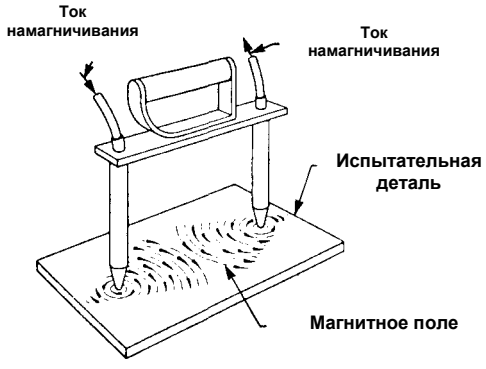
РИС. 2 ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ УЧАСТКИ НАМАГНИЧИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНИКИ ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ НАМАГНИЧИВАНИЯ



(a) Намагничивание электродом

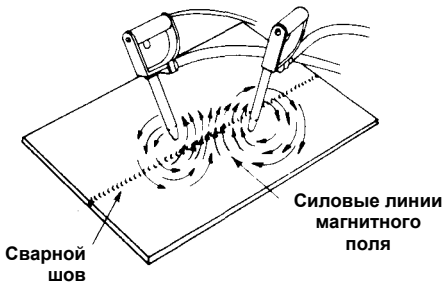


(b) Электроды с медной оплеткой на концах



Контакты двух электродов

(c) Контактное намагничивание одним электродом



(d) Контактное намагничивание двумя электродами

6.5 *Невидимое излучение* — Невидимое излучение должно обеспечить возможность получения требуемой длины волны от 330 нм до 390 нм с интенсивностью на обследуемой поверхности, которая отвечает пункту 7.1.2. Должны преобладать волны длиной 365 нм или около этого. Соответствующие фильтры должны отклонять посторонний видимый свет, излучаемый невидимым излучением (ультрафиолетовые или синие 405 и 435-нм линии Hg и зеленовато-желтые 577-нм линии Hg). Некоторые лампы невидимого излучения высокой интенсивности могут излучать недопустимое количество зеленовато-желтого света, в результате флуоресцентные показания будут невидимы. Падение более 10%, в сетевом напряжении более ±10% может вызвать изменение в светоотдаче невидимого излучения с последующим несоответствием рабочих характеристик. При наличии признаков изменений напряжения более 10% должен использоваться трансформатор постоянного напряжения.

6.6 *Поверка оборудования* — См. Раздел 20.

7. ЗОНА ОБСЛЕДОВАНИЯ

7.1 *Интенсивность излучения для обследования* — Магнитные показания, в которых применяются нефлуоресцентные частицы, обследуются при видимом спектре излучения. Показания, в которых использовались флуоресцентные частицы, должны обследоваться при невидимом излучении (УФ). При этом требуется затемненная зона, которая сопровождается контролем интенсивности видимого спектра изучения.

7.1.1 *Интенсивность видимого спектра излучения* — Интенсивность видимого спектра излучения на поверхности детали/обрабатываемого изделия, которое обследуется, должно быть, минимум 100 фут-кандела (1000 люкс). Интенсивность рассеянного видимого спектра излучения в затемненных зонах, где проводится флуоресцентная магнитопорошковая дефектоскопия, не должна превышать 2 фут-кандела (20 люкс).

7.1.1.1 *Эксплуатационный контроль* — Для некоторых видов эксплуатационного контроля, в которых используются нефлуоресцентные частицы, может использоваться низкая интенсивность видимого спектра излучения в 50 фут-кандела (500 люкс) по согласованию с организацией подрядчика.

7.1.2 *Невидимое (ультрафиолетовое) излучение*

7.1.2.1 *Интенсивность невидимого излучения* — Интенсивность невидимого излучения на обследуемой поверхности должна быть не менее 1000 мкВт/см^2, при измерении соответствующим фотометром невидимого излучения.

7.1.2.2 *Прогрев источника невидимого излучения* — Прогревайте источник невидимого излучения минимум 5 минут до начала его использования или измерения интенсивности излучаемого ультрафиолетового света.

7.1.3 *Адаптация глаз к затемненной зоне* — Согласно общепринятой практике инспектор должен находиться в затемненной зоне как минимум одну (1) минуту, чтобы его/ее глаза адаптировались к темноте до того, как обследовать детали при УФ освещении. **Внимание** — Во время обследования не следует носить фотохромные или постоянно окрашенные линзы.

7.2 *Очистка рабочего места* — Зона обследования не должна содержать мусора. При использовании флуоресцентных материалов зона обследования также не должна содержать флуоресцентных объектов, не относящихся к обследуемым частям/деталям.

8. МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ МАГНИТНЫЕ ЧАСТИЦЫ

8.1 *Свойства магнитных частиц*

8.1.1 *Свойства сухих частиц* — AMS 3040 описывает общепринятые свойства частиц сухого метода.

8.1.2 *Свойства влажных частиц*— Ниже приведенные документы описывают общепринятые свойства частиц влажного метода в их различных формах:

(a) AMS 3041
(b) AMS 3042
(c) AMS 3043
(d) AMS 3044
(e) AMS 3045
(f) AMS 3046

8.1.3 *Связующее вещество суспензии* — Связующее вещество суспензии для обследования влажными частицами может представлять собой либо светлый дистиллятный нефтепродукт (см. AMS 2641 или A-A-59230), либо кондиционированное водное связующее (см. AS 4792).

8.2 *Типы частиц* — Частицы, используемые в методике магнитопорошковой дефектоскопии сухими или влажными частицами, в основном, представляют собой тонко диспергированные ферромагнитные материалы, которые были обработаны для придания цвета (флуоресцентного или нефлуоресцентного), чтобы сделать их четко видимыми (контрастными) на фоне обследуемой поверхности. Частицы предусмотрены для использования в виде сыпучего сухого порошка или в виде суспензии указанной концентрации в соответствующей жидкой среде.

8.3 *Характеристики частиц* — Магнитные частицы должны иметь высокую проницаемость, чтобы была возможность легкого намагничивания и притяжения к месту нарушения сплошности, и низкую остаточную намагниченность, чтобы они не притягивались (магнитная концентрация) друг к другу. Для получения достоверных результатов необходимо контролировать размер и форму частиц. Частицы должны быть нетоксичными, без коррозии, смазки, краски, загрязнений и других вредных материалов, которые могут помешать их использованию; см. 20.5 и 20.6. Как сухие, так и влажные частицы считаются безопасными при использовании в соответствии с инструкциями по безопасности. Обычно они представляют очень низкую потенциальную опасность в отношении воспламеняемости и токсичности.

8.4 *Сухие частицы* — Сухие магнитные порошки предназначены для применения в состоянии непосредственно на момент поставки и наносятся распылением или напылением непосредственно на поверхность обследуемой детали. Обычно они используются как расходный материал, хотя частицы можно собрать и использовать повторно. Однако такая практика не применяется, так как необходимо поддерживать размер частиц и контролировать возможное загрязнение. Сухие

порошки также можно использовать при экстремальных внешних условиях. На них не влияет холод, поэтому обследование можно проводить при температурах, при которых влажные растворы могут загустеть или замерзнуть. Они также жаростойкие; некоторые порошки могут применяться при температурах до 600°F (315°C). Некоторые цветные, органические покрытия, наносимые на влажные частицы для улучшения контраста, теряют свой цвет при таких температурах, что делает контраст менее эффективным. Флуоресцентные сухие частицы нельзя использовать при подобных высоких температурах; по ограничениям температуры необходимо связаться с изготовителем или провести испытания.

8.4.1 *Преимущества* — Метод магнитопорошковой дефектоскопии сухими частицами обычно превосходит метод определения подповерхностных нарушений сплошности влажными частицами:

(a) больших объектов при использовании портативного оборудования для местного намагничивания;

(b) наибольшая подвижность частиц достигается для относительно глубоко расположенных потоков однополупериодного выпрямленного тока как источника намагничивания;

(c) легкость удаления.

8.4.2 *Недостатки* — Магнитопорошковая дефектоскопия сухими частицами:

(a) не должна применяться в замкнутых пространствах без соответствующих дыхательных аппаратов, обеспечивающих безопасность;

(b может вызвать трудности при использовании в верхних положениях намагничивания;

(c) не всегда оставляет свидетельство полного покрытия поверхности детали, как в случае с влажными частицами;

(d) возможно будет иметь низкую производительность, чем при методе с использованием влажных частиц; и

(e) сложно адаптируется к любому типу автоматической системы.

8.4.3*Нефлуоресцентны красители* — Хотя сухие магнитные частицы порошка могут быть почти любого цвета, наиболее часто используемые цвета – это светло-серый, черный, красный или желтый. Выбор обычно основывается на максимальном контрасте с обследуемой поверхностью. Обследование проводится при видимом свете.

8.4.4 *Флуоресцентные* — Также существуют сухие флуоресцентные магнитные частицы, но они используются не часто, в основном из-за их высокой цены и ограничениях использования. Для их применения требуется источник невидимого излучения и затемненная рабочая зона. Эти требования не всегда выполнимы в полевых условиях на месте эксплуатации, где обычно применяется магнитопорошковая дефектоскопия влажными частицами.

8.4.5 *Двойные цвета* — Существуют двуцветно окрашенные частицы, которые легко определимы в видимом свете, а также излучают флуоресцентный свет при осмотре в ультрафиолетовом свете или комбинации видимого и ультрафиолетового света. Используйте в соответствии с рекомендациями изготовителя.

8.5 *Системы с влажными частицами* — Влажные магнитные частицы предназначены для разведения в растворителе, таком как вода или дистиллят петролейного эфира, в заданных концентрациях для нанесения на обследуемую поверхность заливкой, распылением или наливанием. Существуют как флуоресцентные, так и нефлуоресцентные концентраты. В некоторых случаях частицы предварительно перемешаны с суспендирующим растворителем поставщиком, но обычно частицы поставляются в виде сухого концентрата или концентрата пасты, который смешивается с дистиллятом или водой пользователем. Суспензии обычно применяются в горизонтальном оборудовании магнитопорошковой дефектоскопии влажными частицами, в которых суспензия удерживается в резервуаре и повторно используется в последующих применениях. Суспензия также может использоваться как расходный материал при распылении из аэрозольного баллончика.

8.5.1 *Основное применение* — Поскольку используемые частицы меньше, метод магнитопорошковой дефектоскопии влажными частицами обычно используется для определения небольших нарушений сплошности, нежели метод с использованием сухих частиц. Эффективность используемых жидких растворителей не будет удовлетворительной, если их вязкость превышает 5сСт (5 мм^2/с) при рабочей температуре. Если суспендирующей жидкостью является углеводород, то его температура воспламенения ограничивает его высшую температуру. Для поддержания частиц, используемых при влажном методе, в равномерном состоянии в суспензии обычно требуется оборудование для смешивания.

8.5.2 *Условия применения* — Метод магнитопорошковой дефектоскопии влажными частицами обычно используется в помещениях или зонах, где есть крыша и можно контролировать уровень общего освещения и где доступно соответствующее прикладное оборудование.

8.5.3 *Цвет* — Цвет, выбранный для любого из обследований должен быть таким, чтобы обеспечивался лучший контраст с обследуемой поверхностью. Поскольку контраст неизменно выше с использованием флуоресцентных материалов, они и используются в большинстве обследований с влажными частицами. В методе с использованием флуоресцентных влажных частиц, частицы обычно светятся ярким желто-зеленым цветом при невидимом спектре света, но также существуют и другие цвета. Нефлуоресцентные частицы обычно черного или красновато-коричневого цвета, хотя также имеются другие цвета. Существуют двуцветные частицы, которые легко определимы при видимом спектре света, а также излучают флуоресцентный свет при осмотре в ультрафиолетовом свете или комбинации видимого и ультрафиолетового света. См. 8.5.5.

8.5.4 *Суспендирующие растворители* — Обычно частицы растворяются в дистилляте петролейного эфира (низковязком) или кондиционированной воде. (Если указаны ограничения по сере или хлору, используйте методы испытаний Test Methods D 129 и D 808 для определения их значений.)

8.5.4.1 *Петролейние дистилляты* — Низковязкие растворители дистиллятов петролейного эфира (AMS 2641 Тип 1 или подобный) идеально подходят для растворения как флуоресцентных, так и нефлуоресцентных магнитных частиц и широко используются.

(1) Преимущества — Два значительных преимущества использования растворителей петролейного дистиллята:

(a) магнитные частицы растворяются и рассеиваются в растворителях петролейного дистиллята без применения реагентов; и

(b) растворители петролейного дистиллята обеспечивают коррозионную защиту применяемых деталей и оборудования.

(2) Недостатки — Принципиальным недостатками являются воспламеняемость и доступность. Поэтому важно выбирать и хранить в готовности уже имеющиеся источники поставки растворителей петролейного дистиллята, у которых самая высокая температура воспламенения из возможной, во избежание возможных проблем с воспламеняемостью.

(3) Характеристики — Растворители петролейного дистиллята, которые будут использоваться в магнитопорошковой дефектоскопии влажными частицами, должны иметь следующие характеристики:

(a) вязкость не должна превышать 3,0 сСт (3 мм^2/с) при 100°F (38°C) и не быть более 5,0 сСт (5 мм^2/с) при самой низкой температуре, при которой будет использоваться растворитель, при испытании в соответствии с методом испытаний Test Method D 445, чтобы не препятствовать подвижности частицы (см. 20.7.3),

(b) минимальная температура воспламенения, при испытании в соответствии с методами испытаний Test Method D93, должна быть 200°F (93°C), чтобы минимизировать опасность возникновения пожара (см. 20.7.4),

(c) без запаха; низкое флуоресцентное свечение, если используются с флуоресцентными частицами; что значит, что оно не должно значительно влиять на показания флуоресцентных частиц (см. 20.6.4.1), и

(e) нереагирующий; не должен отрицательно влиять на взвешенные частицы.

8.5.4.2 *Водные растворители с реагентами* — В качестве суспендирующего растворителя может использоваться вода для влажных магнитных частиц, при условии, что добавлены подходящие реагенты, которые обеспечивают соответствующую влажную дисперсию в дополнение к коррозионной защите для испытываемых деталей и используемого оборудования. Простая вода не рассеивает некоторые типы магнитных частиц, не смачивает все поверхности и является коррозийной средой для деталей и оборудования. С другой стороны, водные суспензии магнитных частиц более безопасны в применении, поскольку они невоспламенимы. Выбор и концентрация реагента должна соответствовать рекомендациям изготовителя частиц. Ниже приведены рекомендуемые характеристики для водных растворителей, содержащих реагенты, для использования при магнитопорошковой дефектоскопии влажными частицами:

(1) Характеристики смачивания — Растворитель должен обладать хорошими характеристиками смачивания; это значит, что испытываемая поверхность должна быть покрыта ровным слоем и полностью, без признаков выпотевания испытываемой поверхности. Для гладких испытываемых поверхностей требуется добавление большего процента смачивающего вещества, чем требуется для шероховатой поверхности. Рекомендуется применять не ионные смачивающие вещества (см. 20.7.5).

(2) Суспензионные характеристики — Дают хорошее рассредоточение; это значит, что магнитные частицы полностью распределены без признака концентрации частиц.

(3) Пенообразование — Минимизировать пенообразование; это значит, что не должно быть чрезмерного пенообразования, что помешает образованию показаний или частицы станут формировать накипь с пеной.

(4) Коррозионная активность — Растворитель не должен вызывать коррозию деталей, которые будут испытываться, или оборудования, которое будет при этом использоваться.

(5) Предел вязкости — Вязкость кондиционированной воды не должна превышать максимальную вязкость 3 сСт (3 мм^2/с) при 100°F (38°C) (см. 20.7.3).

(6) Флуоресценция — Кондиционированная вода не должна флуоресцировать, если предполагается ее использование с флуоресцентными частицами.

(7) Отсутствие реакции — Кондиционированная вода не должна вызывать ухудшение качеств взвешенных магнитных частиц.

(8) Водородный показатель воды — Водородный показатель кондиционированной воды должен быть не менее 7,0 и не должен превышать 10,5.

(9) Запах — Кондиционированная вода должна быть практически без запаха.

8.5.5 *Концентрация взвеси влажных магнитных частиц* — Начальная концентрация раствора взвешенных магнитных частиц должна быть согласно данным, указанным или рекомендованным изготовителем, и должна быть проверена измерением объема и поддерживаться в указанной концентрации ежедневно. Если концентрация не поддерживается должным образом, результаты обследования могут значительно варьироваться. Концентрация двуцветных частиц в растворе при влажном методе может быть выверена для лучшего проведения исследования при нужном общем освещении. Для зон видимого спектра света рекомендуется большая концентрация частиц, а для зон ультрафиолетового света требуется более низкая концентрация частиц. Используйте в соответствии с рекомендациями изготовителя частиц.

8.5.6 *Нанесение влажных магнитных частиц* (см. 15.2)

8.5.7 *Магнитная гидросмесь/окрасочная система* — Другой тип раствора для обследования – тип МАГНИТНОЙ СУСПЕНЗИИ/краски, состоящей из тяжелого масла, в котором взвешены хлопьевидные частицы. Материал обычно наносится кистью, до намагничивания детали. Из-за высокой вязкости материал не быстро стекает с поверхностей, что способствует обследованию вертикальных или потолочных поверхностей. Растворители могут быть воспламеняемыми, но опасность возникновения пожара очень низкая. Остальные виды опасности очень схожи с ранее описываемыми масляными или водными связующими (носителями).

8.5.8 *Системы на основе полимеров* — Растворитель, применяемый в магнитном полимере – это в основном жидкий полимер, который распределяет магнитные частицы и который отвердевает и превращается в упругое твердое тело за указанный период времени, формируя тем самым фиксированные показания. Ограничения вязкости стандартных растворителей при влажном методе не применяются. Необходимо аккуратно обращаться с данными полимерными материалами. Использовать в соответствии с инструкциями изготовителя и со всеми мерами предосторожности. Данный метод особенно часто используется для обследования зон с ограниченным обзором, например болтовых отверстий.

9. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛИ

9.1 *Общая информация* — Поверхность обследуемой детали должна быть, главным образом, чистой, сухой и не иметь загрязнений, таких как грязь, масло, смазка, отслаивающаяся ржавчина, сыпучий вторичный песок, рыхлая вторичная окалина, бумажная пыль, толстый слой краски, сварочный флюс/шлак и брызги от сварки, которые могут ограничить движение частиц. По нанесению сухих частиц на смоченную/увлажненную поверхность см. 15.1.2. При испытании локальных зон, таких как сварной шов, зоны, прилегающие к обследуемой поверхности, по согласованию сторон, заключивших контракт, также должны очищаться на расстояние, необходимое для определения показаний.

9.1.1 *Непроводящие покрытия* — Тонкие непроводящие покрытия, такие как краска порядка 0,02 мм – 0,05 мм (1 или 2 мил) обычно не мешают формированию показаний, но их необходимо удалить во всех местах, куда будет подводиться электрический ток для непосредственного намагничивания. Непрямое намагничивание не требует электрического контакта с деталью/частью. См. раздел 12.2. Если непроводящее покрытие/обшивка остается в обследуемой зоне и ее толщина более 0,05 мм (2 мил), необходимо продемонстрировать, что нарушения сплошности можно выявить через нанесенный максимальный слой.

9.1.2 *Проводящие покрытия* — Проводящее покрытие (такое как хромирование и толстый слой окалины на сварных изделиях, которые являются результатом горячей штамповки) может замаскировать нарушения сплошности. Как и в случае с непроводящими покрытиями, необходимо продемонстрировать, что нарушения сплошности можно выявить через покрытие.

9.1.3 *Остаточные магнитные поля* — Если деталь/часть сохраняет остаточное магнитное поле с прошлого намагничивания, что помешает обследованию, то ее необходимо размагнитить. См. раздел 18.

9.2 *Очистка обследуемой поверхности* — Очистка испытываемой поверхности может быть завершена очищающими средствами, органическими растворителями или механическим способом. Поверхности непосредственно после сварки, прокатки, литья или ковки обычно отвечают требованиям, но если поверхность необычно неоднородная, как в случае с обожженным в песке или очень неровным покрытием, полученным наплавкой с помощью дуговой сварки, показание может быть сложным в результате механических включений магнитных частиц. В случае если имеются сомнения, любая вызывающая подозрения зона должна быть повторно очищена и обследована (см. 9.1). Полное описание применяемых методов очистки приведено в Приложении Al метода испытаний Test Method E 165.

9.2.1 *Закупорка и маскировка небольших отверстий и вырезов* — Если не запрещено изготовителем, небольшие выреза и смазочные отверстия, ведущие к скрытым каналам или пустотам, могут быть закупорены или замаскированы соответствующим неабразивным материалом, который легко удаляется. В случае если это части двигателя, материал должен быть растворимым в масле. Эффективное маскирование должно применяться для защиты элементов, которые могут быть повреждены контактом с частицами или взвесями частиц.

10. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ

10.1. *Последовательность нанесения частиц и создание потока магнитного поля* — Последовательность действий в магнитопорошковой дефектоскопии касается соотношения между определением времени, нанесением частиц и созданием потока магнитного поля. Используются две основные методики, это непрерывная (см. 10.1.1 и 10.1.2) и остаточная (см. 10.1.3), обе эти методики широко применяются в промышленности.

10.1.1 *Непрерывное намагничивание* — Непрерывное намагничивание используется для большинства способов с сухими или влажными частицами и должно использоваться, если только не запрещено договором, заказом на поставку или спецификацией. Последовательность действий для методик непрерывного намагничивания сухих и влажных частиц значительно отличается и имеет отдельное описание в 10.1.1.1 и 10.1.1.2.

10.1.1.1 *Технология непрерывного намагничивания сухих частиц* — В отличие от влажной суспензии, сухие частицы теряют большую часть своей подвижности при контакте с поверхностью детали. Поэтому, крайне необходимо, чтобы деталь/рассматриваемый участок находилась под воздействием используемого магнитного поля, пока частицы взвешены в воздухе и могут свободно притягиваться к полю рассеяния. При этом требуется, чтобы ток намагничивания подводился до нанесения сухих магнитных частиц и отключался после того, как нанесение порошка завершено и избыток сдут. Токи намагничивания однополупериодного выпрямленного переменного тока и невыпрямленного переменного тока обеспечивают дополнительную подвижность частицам на поверхности детали. Обследование сухими частицами обычно проводится в соответствии с локальным намагничиванием электродами, и накопление показаний наблюдается по мере того, как частицы наносятся.

10.1.1.2 *Технология непрерывного намагничивания влажных частиц* — Методика непрерывного намагничивания влажных частиц обычно применяется к деталям, обрабатываемым на горизонтальном приборе для влажного обследования. На практике, он включает опускание в среду обследования для обеспечения источника с большим количеством взвешенных частиц на поверхности детали и извлечение из среды непосредственно перед отключением тока намагничивания. Продолжительность приложения тока намагничивания обычно порядка *1/2* с с двумя или более ударами тока детали.

10.1.1.3 *Технология непрерывного намагничивания полимера или гидросмеси* — Продолжительные или повторяющиеся периоды намагничивания часто необходимы для суспензий на основе полимера или гидросмеси из-за присущей более низкой подвижности магнитных частиц в высоковязких суспендирующих растворителях.

10.1.2 *Технология равномерного непрерывного намагничивания* — В настоящем методе ток намагничивания поддерживается в течение как обработки, так и обследовании детали.

10.1.3 *Технологии остаточного намагничивания*

10.1.3.1 *Остаточное намагничивание* — В этом методе среда обследования наноситься после того, как намагничивающая сила устраняется. Данный метод может применяться, только если испытываемый материал имеет относительно высокую остаточную намагниченность, такую что остаточное поле рассеяния будет достаточной силы для привлечения и удержания частиц и формирования показаний. Этот метод может быть преимущественным при объединении с требованиями по производству или транспортировке или для специального ограничения чувствительности обследования. Он широко применяется при обследовании трубных изделий. Только если демонстрация стандартными частицами не показывает, что остаточное поле имеет достаточную напряженность для образования соответствующих показаний нарушений сплошности (см. 20.8), когда поле имеет правильную ориентацию, должен использоваться непрерывный метод.

10.1.3.2 *Быстрое прерывание тока* — Оборудование, двухполупериодного выпрямленного переменного тока, для остаточного намагничивания должно быть разработано для обеспечения согласованного быстрого прерывания тока намагничивания.

11. ТИПЫ ТОКОВ НАМАГНИЧИВАНИЯ

11.1 *Основные типы токов* — Четыре основных типа тока, применяемых при магнитопорошковой дефектоскопии для намагничивания детали – это переменный ток, однофазный однополупериодный выпрямленный переменный ток, двухполупериодный выпрямленный переменный ток и, для специального применения, постоянный ток.

11.1.1 *Переменный ток (AC)* — Намагничивание детали переменным током предпочтительно для тех случаев, когда при обследовании требуется определить нарушения сплошности, такие как усталостные трещины, которые находятся на поверхности. К переменному току относится и «поверхностный эффект», который ограничивает магнитное поле на поверхности или возле поверхности детали. При контрасте, как однополупериодный выпрямленный переменный ток, так и двухполупериодный выпрямленный переменный ток вырабатывают магнитное поле с максимальными проникающими способностями, которое должно использоваться, когда обследуются приповерхностные нарушения сплошности. Переменный ток также широко используется для размагничивания деталей после обследования. Для этой цели обычно используется метод транзитной катушки из-за своей простоты и быстродействия. См. рис. 3.

11.1.2 *Однополупериодный выпрямленный переменный ток* — однополупериодный выпрямленный переменный ток часто используется при применении сухих частиц и локального намагничивания (например, электроды или ярмо), для получения определенной глубины проникновения при определении типовых нарушений сплошности, обнаруженных в сварных изделиях и литье из черных металлов. Как и в случае с переменным током для намагничивания, применяется однополупериодный ток, и среднее значение измеряется как «ток намагничивания».

РИС. 3 НАМАГНИЧИВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ КАТУШКИ



11.1.3 *Двухполупериодный выпрямленный переменный ток* — Двухполупериодный выпрямленный переменный ток может использовать одно- или трехфазный ток. Трехфазный ток имеет преимущество более низкой линейной силы тока в амперах, в то время как однофазное оборудование менее дорогостоящее. Двухполупериодный выпрямленный переменный ток широко используется при применении остаточного метода. При непрерывном методе двухполупериодный выпрямленный переменный ток используется для намагничивания покрытых и обшитых деталей. Поскольку движение частиц, как сухих, так и влажных, значительно медленнее, необходимо предпринять меры, чтобы гарантировать, что для формирования показаний есть достаточно времени.

11.1.4 *Постоянный (DC)* — Блок аккумуляторов или генератор постоянного тока вырабатывают постоянный ток намагничивания. Они могут вырабатывать однополупериодный выпрямленный или двухполупериодный выпрямленный переменный ток, за исключением нескольких специализированных применений, в основном из-за стоимости аккумулятора и техобслуживания. Один из таких примеров – зарядка блока конденсаторов, которые при разрядке применяются для образования остаточного магнитного поля в трубной обвязке, обшивке, трубопроводе и бурильной трубе.

12. ПРИЕМЫ НАМАГНИЧИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ

12.1 *Сфера действия обследования* — Все обследования должны проводиться с достаточной зоной перекрытия, чтобы гарантировать требуемый охват при полученной определенной чувствительности.

12.2 *Прямое и косвенное намагничивание*— Деталь может быть намагничена либо напрямую, либо косвенно. Для прямого намагничивания ток намагничивания пропускается напрямую через деталь, создавая вращающееся магнитное поле в детали. При методах косвенного намагничивания магнитное поле, которое может создать в детали вращающееся/торовидное, продольное поле или поле с разными направлениями, образуется в детали. Необходимо использовать методы, описанные в 20.8, для поверки того, что магнитные поля приняли необходимое направление и напряженность. Это особенно важно при использовании метода разных направлений для обследования сложных конфигураций.

РИС. 4 ПРЯМОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ ДЕТАЛИ ПОСРЕДСТВОМ МАГНИТНОЙ ПРИКРЕПЛЯЮЩЕЙСЯ КЛЕММЫ

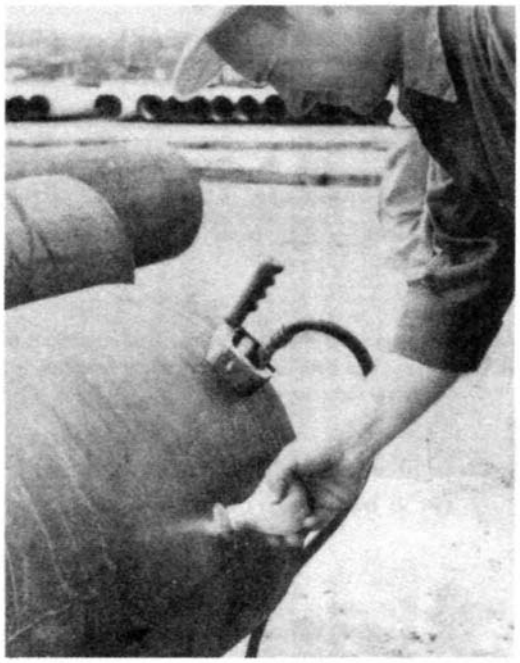
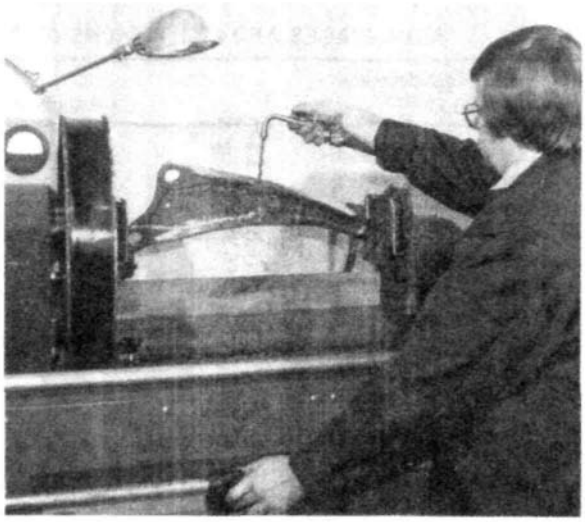


РИС. 5 ПРЯМОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ ПОСРЕДСТВОМ ПЕРЕДНЕЙ/ЗАДНЕЙ БАБКИ



12.3 *Выбор метода намагничивания* — Выбор прямого или косвенного намагничивания зависит от таких факторов как размер, конфигурация или легкость обработки. В таблице 1 сравниваются преимущества и ограничения разных методов намагничивания деталей.

12.3.1 *Прямое намагничивание деталей* — Для прямого намагничивания необходимо установить физический контакт между ферромагнитной деталью и токоподводящими электродами, подсоединенными к источнику питания. Как локальное намагничивание, так и полное намагничивание проводятся путем прямого контакта намагничиваемой детали с применением электродов, передних и задних бабок, клемм и магнитных захватов.

12.3.2 *Намагничивание локальной зоны*

12.3.2.1 *Метод контактной головки* — Электроды типа контактной головки сначала твердо прижимают к испытываемой детали [Рис. 2(a)]. Ток намагничивания пропускается через контакт детали и зону детали, контактирующую с электродами. Ток формирует магнитное поле в детали вокруг и между каждым электродом типа контактной головки, достаточное для проведения местной магнитопорошковой дефектоскопии [Рис. 2(c) и Рис. 2(d)]. **Внимание:** Особое внимание необходимо уделить поддержанию концов контактной головки в чистоте, чтобы минимизировать нагревание в точке контакта и предупредить прожог электродом и местный перегрев испытываемой поверхности, т.к. это может неблагоприятно повлиять на характеристики материала. Прожоги электродом вызывают металлургические дефекты; если концы выполнены из жесткой меди, может возникнуть проникновение меди в деталь. Электроды не должны использоваться для обработанных на станке поверхностей или на комплектующих деталей авиационно-космической промышленности.

(1) Невыпрямленный переменный ток ограничивает возможности метода электрода направлением нарушения сплошности поверхности. Однополупериодный выпрямленный переменный ток наиболее предпочтителен, поскольку он позволит выявить, как поверхностные, так и приповерхностные нарушения сплошности. При методе электрода обычно используется материалы сухих магнитных частиц из-за более быстрой подвижности частиц. Влажные магнитные частицы используются нечасто в методе электрода из-за возможной электрической опасности и опасности воспламенения.

(2) Для проведения соответствующего обследования с помощью электрода необходимо второй раз поместить электроды с поворотом на 90 градусов от первоначального места размещения, гарантируя таким образом, что все нарушения сплошности выявлены. В зависимости от требований покрытия поверхности, может быть необходимым перекрытие последовательных размещений электрода. На больших поверхностях целесообразно будет расположить сетку для размещения электрода/ярма.

12.3.2.2 *Методика ручного захвата/магнитного захвата* — Локальные зоны сложных частей могут быть намагничены электрическими контактами, зажатыми вручную или присоединенными магнитными захватами к детали (Рис. 4). Как и в случае с контактными головками, может понадобиться значительное перекрытие, если требуется проверка расположения контактов.

12.3.2.3 *Общее намагничивание*

ТАБЛИЦА 1
ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ НАМАГНИЧИВАНИЯ ДЕТАЛИ

Метод намагничивания и Форма материала	Преимущества	Ограничения
I. Намагничивание деталей прямым контактом (см. 12.3.1) Контакт передней/задней бабки Твердые, относительно небольшие детали (литье, поковка, обработанные на станке детали), которые можно обрабатать в горизонтальной установке влажными частицами	1. Быстрый, легкий метод	1. При плохих условиях контакта возможен прожог.
	2. Круговое магнитное поле окружает путь тока.	2. Длинные части необходимо намагничивать в разрезе, чтобы способствовать опусканию в среду без приложения чрезмерно длинных ударов тока.
	3. Высокая чувствительность к поверхностным и приповерхностным нарушениям сплошности. 4. Возможность легко обработать как простые, так и относительно сложные детали одним или более ударами. 5. Полный путь намагничивания способствует максимальному увеличению остаточных характеристик материала.	
Большие литые и кованые детали	1. Большие площади поверхности могут быть обработаны и изучены за относительно короткое время.	1. Требования высокой силы тока в амперах (16 000 – 20 000 А) определяют специальный источник постоянного тока.
Цилиндрические детали, такие как трубная обвязка, труба, полые валы и т.д.	1. Длина может быть полностью намагничена по кругу замыканием контактов, непрерывной цепью.	1 Эффективное поле ограничено наружной поверхностью и не может применяться для обследования внутреннего диаметра. 2. Концы должны проводить электрические контакты и должны проводить требуемый ток без чрезмерного нагревания. Нельзя применять на нефтегазопромысловых и трубопроводных трубах из-за возможности прожога.
Длинные твердые части, такие как заготовки, прутки, валы и т.д.	1. Длина может быть полностью намагничена по кругу замыканием контактов, непрерывной цепью.	1. Требования к напряжению увеличиваются с увеличением длины в результате большей независимости кабеля и детали.
	2. Требования к току не зависят от длины. 3. Нет краевых потерь.	2. Концы должны проводить электрические контакты и должны проводить требуемый ток без чрезмерного нагревания.
Электроды: Сварные швы		1. За один раз могут быть обследованы только небольшие площади
	2. В сочетании с однополупериодным выпрямленным переменным током и сухим порошком, обеспечивает прекрасную чувствительность к подповерхностным несплошностям, а также поверхностным.	2. Прожоги из-за плохого контакта
	3. Гибкий, так как электроды, кабели и силовые модули могут быть доставлены на место обследования.	3. При использовании сухого порошка поверхность должна быть сухой. 4. Размещение электродов должно быть в соответствии с уровнем тока намагничивания.
Большие литые или кованые детали	1. Полностью площадь поверхности может быть обследована небольшими увеличениями с применением номинальных значений тока. 2. Круговое поле может концентрироваться в определенных зонах, которые размещаются ниже нарушений сплошности. 3. Для трудно переносимых деталей оборудование можно принести к их месту расположения. 4. В сочетании с однополупериодным выпрямленным переменным током и сухим порошком, обеспечивает прекрасную чувствительность к приповерхностным и подповерхностным несплошностям, которые сложно выявить другими методами.	1. Охват больших площадей поверхности требует многочисленных ударов током, что может быть занять много времени. 2. Возможность прожога в результате плохого контакта. При использовании сухого порошка поверхность должна быть сухой.

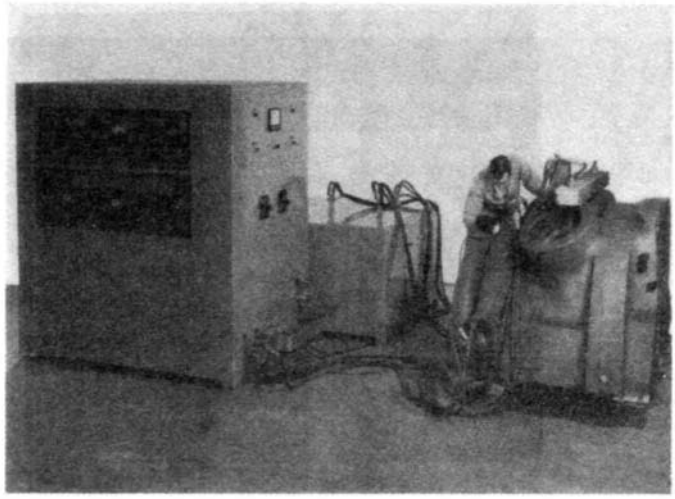
ТАБЛИЦА 1
ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ НАМАГНИЧИВАНИЯ ДЕТАЛИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Метод намагничивания и форма материала	Преимущества	Ограничения
II. Непрямое намагничивание детали (см. 12.3.2)		
Центральный кондуктор		
Разные детали с отверстиями, через которые может быть размещен центральный кондуктор, такой как: Обойма подшипника Полый цилиндр Зубчатое колесо Большая гайка	1. Без электрического контакта с деталью, а возможность прожогов электродом исключена. 2. Магнитные поля с периферическим направлением вырабатываются на всех поверхностях, окружающих кондуктор (внутренний диаметр, лицевые поверхности и т.д.). 3. Идеально подходит для тех случаев, где используется метод остаточного намагничивания. 4. Легкие детали могут поддерживаться центральным кондуктором. 5. Для снижения требуемого тока можно использовать многократные повороты.	1. Размер кондуктора должен соответствовать проведению требуемого тока. 2. В идеале, кондуктор должен быть размещен в отверстии по центру. 3. Большие диаметры требуют многократных намагничиваний с кондуктором по отношению к внутреннему диаметру и поворота детали между этапами обработки. При применении метода постоянного намагничивания, необходимо проводить обследования после каждого намагничивания.
Большая скоба Муфта трубопровода, корпус/трубная обвязка		
Детали трубного типа, такие как: Труба/корпус Трубная обвязка Полый вал	1. Не требуется электрического контакта с деталью. 2. Обследование как наружного, так и внутреннего диаметра. 3. Полная длина детали намагничена по кругу.	1. В случае с большим диаметром и большой толщиной стенки чувствительность на наружной поверхности может быть меньше чем полученная на внутренней поверхности.
Большие корпуса клапана и подобные детали	1. Обеспечивает высокую чувствительность для определения нарушений сплошности, расположенные на внутренних поверхностях.	1. Для стенок с большой толщиной чувствительность наружной поверхности может быть немного меньше, чем полученная на внутреннем диаметре.
Катушка/Намотка кабеля	1. Все общие продольные поверхности намагничиваются вдоль для эффективного определения нахождения поперечных нарушений сплошности.	1. Длина может потребовать многократных ударов током, поскольку катушка переставлена.
Различные детали среднего размера, где преобладает длина, как коленвал		
Большие детали отливки, поковки или линии валов	1. Продольное поле легко достигается путем намотки кабеля.	1. Конфигурация детали может потребовать многократных намагничиваний.
Разные небольшие детали	1. Легко и быстро, особенно в случаях использования метода остаточного намагничивания. 2. Без электрического контакта. 3. Относительно сложные детали обычно можно обработать с той же легкостью, как и детали с простым поперечным сечением.	1. Соотношение L/D (длина/диаметр) – важная составляющая в определении соответствия ампер-витков. 2. Эффективное соотношение L/D можно заменить использованием деталей подобной площади поперечного сечения. 3. Используйте меньшую катушку для более интенсивного поля. 4. Чувствительность уменьшается к концам детали из-за общей формы поля рассеяния. 5. Желательно, чтобы было быстрое прерывание, для снижения концевого эффекта на коротких деталях с низким соотношением L/D.

ТАБЛИЦА 1
ПРЕИМУЩЕСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ НАМАГНИЧИВАНИЯ ДЕТАЛИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Метод намагничивания и форма материала	Преимущества	Ограничения
Зажимы индуцированного тока		
Обследование кольцеобразных деталей для нарушений сплошности периферического типа.	1. Без электрического контакта.	1. Шихтованный магнитопровод.
	2. Все поверхности детали, подвергающиеся влиянию магнитного поля торовидного типа.	2. Тип тока намагничивания должен быть совместимым с методом.
	3. Одна обработка для 100% покрытия.	3. Необходимо избегать использования других кондукторов.
	4. Может быть автоматизированным.	4. Большие диаметры требуют специального анализа.
Обследование шарообразных деталей	1. Без электрического контакта.	1. Для шарообразных деталей небольшого диаметра, ограниченных остаточным намагничиванием.
	2. 100% охват нарушений сплошности во всех направлениях с обработкой за три шага и соответствующей ориентацией между шагами.	
	3. Может быть автоматизированным.	
Диски и зубчатые передачи	1. Без электрического контакта.	1. При 100% охвате может понадобиться обработка в два шага со сменой стержня или полюсного наконечника.
	2. Высокая чувствительность на или возле периферии краевой зоны.	2. Тип намагничивающего тока должен быть совместим с конфигурацией детали.
	3. Чувствительность в разных зонах может варьироваться зоной стержня или полюсного наконечника.	
Ярмо:		
Обследование больших площадей поверхности для нарушений сплошности поверхностного типа.	1. Без электрического контакта.	1. Затраты времени.
	2. Высокомобильный.	2. Необходимо систематически менять расположение, принимая во внимание разориентацию нарушений сплошности.
	3. Может определить расположение нарушений сплошности в любом направлении с соответствующей ориентацией	
Разные части, требующие обследование локализованных участков.	1. Без электрического контакта.	1. Необходимо разместить соответствующим образом, относительно ориентации нарушений сплошности.
	2. Высокая чувствительность к прямым нарушениям сплошности поверхности.	2. Необходимо установить относительно хороший контакт между деталью и полюсом.
	3. Высокомобильный.	3. Сложная конфигурация детали может вызвать сложности.
	4. Метод обследования влажными или сухими частицами.	4. Невысокая чувствительность к нарушениям сплошности поверхностного типа, за исключением изолированных участков.
	5. В некоторых случаях ток переменного типа так же может использоваться в качестве устройства размагничивания.	

РИС. 6 СУММАРНОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ ПРЯМЫМ КОНТАКТОМ



(1) Контакт с помощью передней/задней бабки — Детали могут быть зажаты между двумя электродами (такими как передняя и задняя бабки горизонтального оборудования для магнитопорошковой дефектоскопии) и ток намагничивания пропущен непосредственно через деталь (Рис. 5). Размер и форма детали будут определять возможность получения обеих направлений поля при использовании данного оборудование.

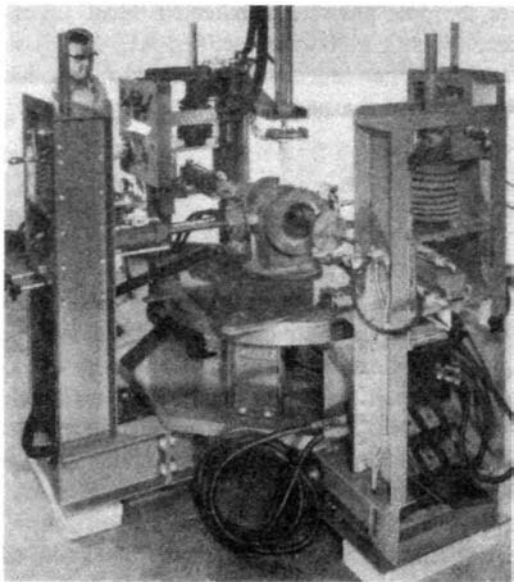
(2) Зажимы — Ток намагничивания можно приложить к испытываемой детали путем закрепления токопроводящих электродов на детали, образуя тем самым круговое магнитное поле (Рис. 6).

(3) Методика многонаправленного намагничивания — При соответствующей схеме можно образовать многонаправленное (осциллирующее) поле в детали выборочным переключением магнитного поля в детали между контактами электрода/зажимами, расположенными примерно на расстоянии 90 градусов. Это позволит создать показания во всех возможных направлениях и может считаться равнозначным намагничиванию в двух или более направлениях (Рис. 7). Со стандартным оборудованием, в случаях с некоторыми сложными формами, может понадобиться 16 – 20 шагов. С многонаправленным намагничиванием обычно снизить количество требуемых намагничиваний можно более чем на половину. Важно, чтобы применялся метод непрерывного намагничивания влажными частицами, а также необходимо определить направление магнитного поля и относительную интенсивность одной из методик, описанных в пункте 20.8.

12.3.3 *Непрямое намагничивание* — Непрямое намагничивание детали включает использование предварительно формованной катушки, намотки кабеля, использование ярма или центрального кондуктора для образования магнитного поля. Намагничивание катушкой, намоткой кабеля и использованием ярма называется продольным намагничиванием детали (см. 13.3).

12.3.3.1 *Намагничивание катушкой и кабелем* — Когда используется методика катушки (рис. 3) или оборачивания кабелем (рис. 8), сила магнитного поля пропорциональна ампер - виткам и зависит от простой конфигурации (см. 14.3.2).

РИС. 7 СУММАРНОЕ МНОГОНАПРАВЛЕННОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ



12.3.3.2 *Центральный кондуктор, намагничивание индуцированным током* — Непрямое круговое намагничивание полых частей/деталей можно обеспечить пропусканием тока намагничивания через центральный кондуктор [рис. 9(a) и рис. 9(b)], или кабеля, используемого в качестве центрального кондуктора или через зажимное приспособление индуцированного тока [рис. 9(c)].

12.3.3.3 *Намагничивание ярмом* — Магнитное поле можно индуцировать в детали посредством электромагнита (см. Рис. 1), где деталь или ее часть принимает линию магнитной индукции между полюсами (действует в качестве якоря), и выявляются нарушения сплошности, в основном поперечные линии полюсных наконечников. В большинстве случаев ярмо использует в качестве источника питания переменный ток, однополупериодный выпрямленный переменный ток или двухполупериодный выпрямленный переменный ток. Также магнитное поле в детали может индуцировать постоянный магнит, но его применение ограничено (см. 6.3.1).

РИС. 8 НАМАГНИЧИВАНИЕ КАБЕЛЕМ



13. НАПРАВЛЕНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

13.1 *Ориентация нарушения сплошности в сравнении с ориентацией магнитного поля* — Поскольку показания обычно невозможно получить, когда нарушения сплошности параллельны магнитному полю, и поскольку показания могут возникнуть в разных и неизвестных направлениях в детали, каждая деталь должна быть намагничена как минимум в двух направлениях, примерно под прямыми углами друг к другу, как указано в п. 5.3.2. В некоторых деталях круговое намагничивание может использоваться в двух или более направлениях, в то время как в других используются как круговое, так и продольное намагничивание. Многонаправленное намагничивание также может использоваться для намагничивания детали более чем в одном направлении.

13.2 *Круговое намагничивание* — Круговое намагничивание (Рис. 10) – термин, используемый, когда электрический ток пропускается через деталь, или когда применяется центральный кондуктор (см. 12.3.3.2), пропускаемый через центральное отверстие детали, образуя магнитное поле под прямыми углами к электрическому току.

13.3 *Тороидальное намагничивание* — При намагничивании деталей тороидальной формы, таких как цельнолитое колесо или диск с центральным отверстием, образованное поле, которое расположено радиально к диску, наиболее полезно для определения направления нарушений сплошности в направлении вдоль окружности. В таких применениях это поле может быть более эффективно, чем многократные удары током поперек периферии.

13.4 *Продольное намагничивание* — Продольное намагничивание (Рис. 11) – термин, используемый в случаях, когда магнитное поле образуется электрическим током, проходящим через несколько витков, рис. 12, или шихтованную катушку, рис. 13, которые окружают деталь или часть детали для обследования.

13.5 *Многонаправленное намагничивание* — Многонаправленное намагничивание может использоваться для соблюдения требований по намагничиванию в двух направлениях, если доказано, что оно эффективно во всех зонах. Для поверки направления, силы поля и баланса многонаправленного намагничивания могут применяться испытательные детали в соответствии с 20.8.2 или регулировочные прокладки, изготовленные согласно требованиям AS 5371, или иным образом, одобренным Уровнем III и компетентной технической организацией. Баланс напряженности поля крайне важен. Напряженность поля должна быть сбалансирована во всех направлениях. Нанесение частиц должно быть рассчитано по времени, чтобы уровни намагниченности достигли полных значений во **всех** направлениях, в то время, когда частицы двигаются на поверхности во время обследования. (См. рис. 14.)

13.5.1 Когда используются определенные детали с известными дефектами, количество и ориентация (ориентации) дефектов (например, осевые, продольные периферические и т.д.) должны быть отмечены. Напряженность магнитного поля может рассматриваться, как сбалансированное соответствующим образом, когда все отмеченные дефекты можно легко идентифицировать показаниями частиц.

13.5.2 При осуществлении многонаправленного намагничивания необходимо использовать метод продолжительного намагничивания влажными частицами.

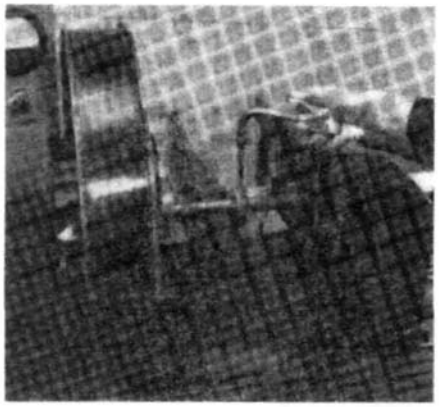
14. НАПРЯЖЕННОСТЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

14.1 *Напряженности магнитного поля* — Для образования интерпретируемых показаний, магнитное поле в детали должно иметь достаточную напряженность и соответствующую ориентацию. Для того чтобы показания были последовательными, напряженность данного поля должна быть контролируемой в разумных пределах, обычно ±25%. Факторы, которые влияют на напряженность поля – это размер, форма, толщина секции, материал детали/участка и метод намагничивания. Поскольку эти факторы значительно варьируются, очень сложно установить жесткие правила по напряженности магнитного поля для каждой возможной конфигурации.

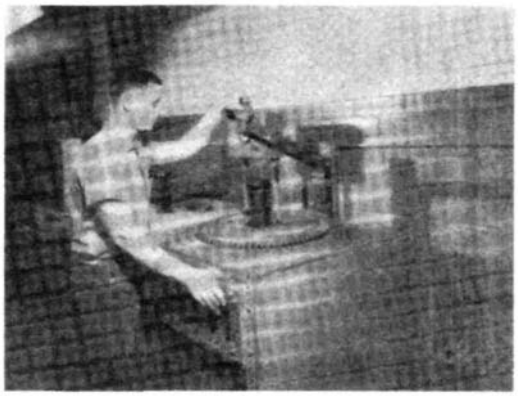
РИС. 9 ИНДУЦИРОВАННОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА



(a) Использование центрального кондуктора при намагничивании составной детали



(b) Использование центрального кондуктора для локального намагничивания



(c) Использование специального устройства индуцированного тока

РИС. 10 КРУГОВОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ

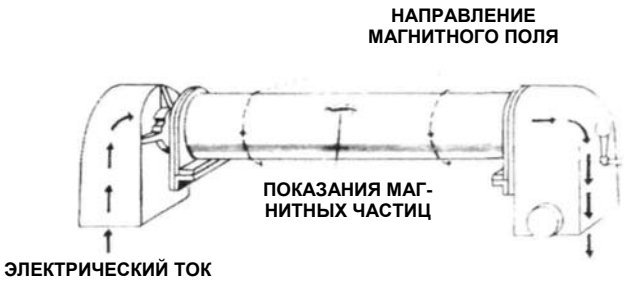


РИС. 11 ПРОДОЛЬНОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ

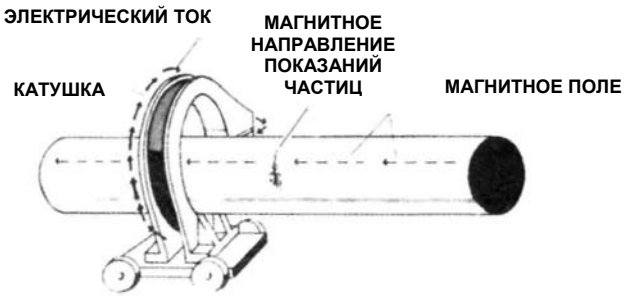


РИС. 12 МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ОБРАЗОВАННОЕ КАТУШКОЙ С ВОЗДУШНЫМ СЕРДЕЧНИКОМ

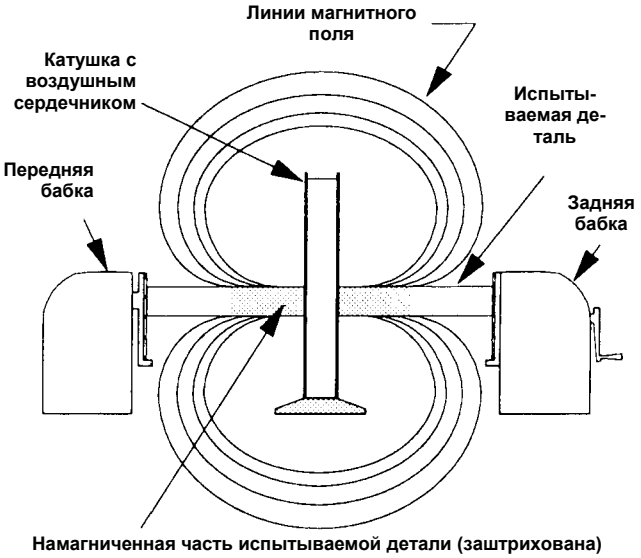
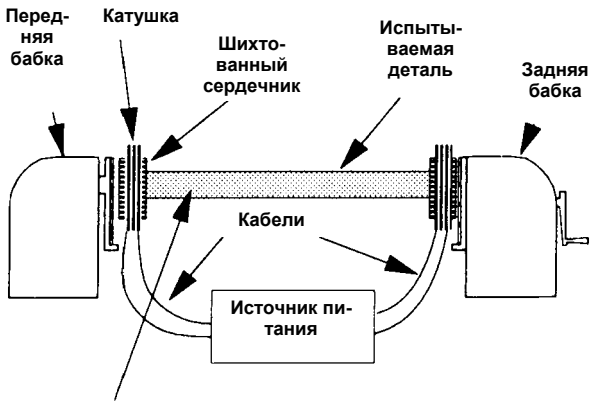


РИС. 13 МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ОБРАЗОВАННОЕ КАТУШКОЙ С ШИХТОВАННЫМ СЕРДЕЧНИКОМ



14.2 *Определение напряженности поля* — Достаточная напряженность магнитного поля может быть определена по следующим параметрам:

14.2.1 *Известные несплошности* — Опыты с подобными/идентичными деталями, имеющими известные нарушения сплошности.

14.2.2 *Искусственные несплошности* — Индикатор наличия поля секторного типа (Рис. 15) и регулировочные прокладки с надрезом (Приложение X1) представляют собой искусственные нарушения сплошности. Также имеются другие типы искусственных трещин, которые могут быть выбраны при необходимости. См. 20.8.

14.2.3 *Напряженности тангенциального поля - датчик Холла* — Тангенциально приложенная напряженность поля, измеренная зондом/датчиком Холла, в диапазоне от 30 до 60 Гаусс (от 2,4 до 4.8 кА/м) должны быть соответствующими. См. 20.8. При некоторых обстоятельствах могут потребоваться поля в диапазоне от 10 до 150 Гаусс.

14.2.4 *Использования эмпирических формул* — Раздел 14.3 содержит четыре эмпирические формулы для определения напряженности магнитного поля; они представляют собой правила правой руки. Как таковые, одни должны применяться осторожно. Их использование может привести к следующему:

14.2.4.1 Перенамагничивание, что вызовет чрезмерное фоновое излучение частиц, и интерпретацию будет более сложно провести, если вообще возможно.

14.2.4.2 Плохой охват.

14.2.4.3 Небольшой выбор конфигураций для испытания.

14.2.4.4 Комбинация указанная выше.

14.3 *Рекомендации для образования магнитных полей* — Следующее руководство может эффективно применяться для установления соответствующих уровней кругового и продольного намагничивания.

14.3.1 *Круговое намагничивание – Напряженность магнитного поля*

14.3.1.1 *Прямое круговое намагничивание* — Когда намагничивание осуществляется пропусканием тока непосредственно через деталь, номинальный ток должен быть 300-800 А/дюйм диаметра детали (12 – 32 А/мм). Диаметр детали должен приниматься как самое большое расстояние между двумя точками по наружной окружности детали. Токи обычно будут 500 А/ дюйм (20 А/мм) или меньше, ток с большими значениями до 800 А/дюйм (32 А/мм) будет прилагаться для обследования включений или сплавов с низкой магнитной проницаемостью. Силы тока менее 300 А/дюйм могут прилагаться, когда это определяется конфигурацией детали, и если получено одобрение по Уровню III и одобрение компетентной технической организации.

14.3.1.2 *Индуцированное намагничивание центрального кондуктора* — Центральные кондукторы широко используются в магнитопорошковой дефектоскопии для обеспечения:

(1) кругового поля как на внутренней поверхности, так и на наружной поверхности трубных деталей, которые не могут быть дублированы методом с применением постоянного тока.

(2) бесконтактных средств намагничивания детали с фактическим исключением возможности прожогов материала, как это возможно в случае с электрическим током через контакты, такие как электроды или зажимы.

(3) существенного преимущества обработки над методами с использованием прямого контакта для кольцеобразных деталей.

РИС. 14 МНОГОНАПРАВЛЕННОЕ НАМАГНИЧИВАНИЕ

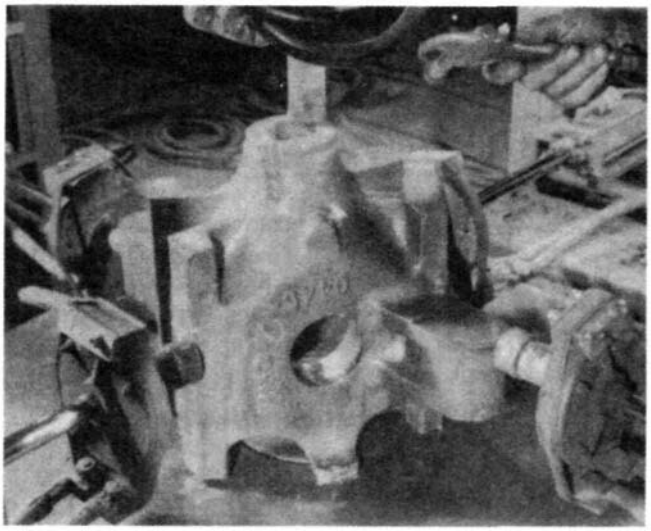


РИС. 15 ИНДИКАТОР МАГНИТНОГО ПОЛЯ

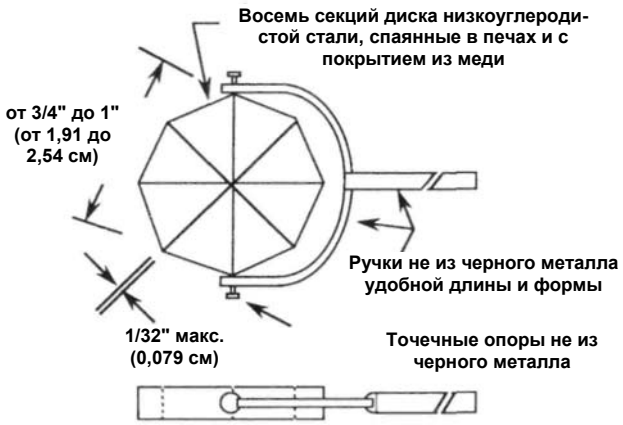
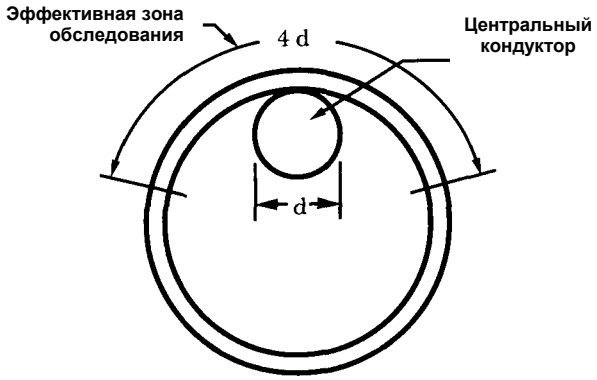


РИС. 16 ПРИМЕРНАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ ЗОНА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СМЕЩЕННОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА (БРУС С РЕЗЬБОЙ)



(4) В целом, желательно размещать центральный кондуктор по центру, чтобы была возможность обработать полную окружность детали за один раз. Получающееся в результате поле является концентрическим относительно оси детали и максимальным на внутренней поверхности. Напряженность магнитного поля должна быть выверена способами, указанными в 20.8. Для расположенного по центру центрального кондуктора требования по току намагничивания будут теми же самыми, что и для твердой детали с таким же наружным диаметром.

(5) При использовании смещенных центральных кондукторов, кондуктор, проходящий через внутреннюю часть детали, помещается напротив внутренней стенки детали. Ток должен составлять от 12 А/мм диаметра детали до 32 А/мм диаметра детали (300 – 800 А/дюйм). Диаметр детали должен приниматься как самое большое расстояние между любыми двумя точками наружной окружности детали. В общем, для обследования включений или сплавов с низкой проницаемостью, таких как дисперсионно-твердеющие стали, токи будут составлять 500 А/дюйм (20 А/мм) или меньше с большими значениями токов (до 800 А/дюйм). Для обследований с целью определения расположения включений в дисперсионно-твердеющих сталях могут использоваться токи даже с большими значениями тока, до 1000 А/дюйм (40 А/мм). Расстояние вдоль окружности детали, которое можно эффективно обследовать, должно приниматься примерно как умноженный на четыре диаметр центрального кондуктора, как показано на Рис. 16. Полная длина окружности должна быть обследована вращением диаметра на кондукторе, с допуском наложения магнитного поля примерно 10%. Если наличие подходящих уровней поля подтверждено, могут использоваться меньшие наложения, разные уровни токов и большие эффективные зоны (до 360°).

14.3.1.3 *Локализованное намагничивание*

(1) С использованием электродов — При использовании контактных головок на материале толщиной $^{3}/_{4}$ дюйма (19 мм) или меньше, интервал между электродами должен быть 90 – 115 А/дюйм (3,5 – 4,5 А/мм). Для материалов с толщиной больше $^{3}/_{4}$ дюйма (19 мм), необходимо использовать интервал между электродами от 100 А/дюймов до 125 А/дюймов. Интервал между электродами должен быть не менее 2 дюймов (50 мм) или больше 8 дюймов (200 мм). Эффективная ширина намагничивающего поля при использовании электродов – одна четвертая интервала между электродами на каждой стороне линии, проходящей через центр электрода.

(2) С использованием ярма— Напряженность поля ярма (или постоянного магнита) можно определить эмпирически измерением ее подъемной силы (см. 20.3.6). Если применяется датчик Холла, его необходимо разместить на поверхности посередине между полюсами.

14.3.2 *Продольное намагничивание катушки с воздушным сердечником* — Продольное намагничивание детали осуществляется пропусканием тока через многовитковую катушку, опоясывающую обследуемую деталь или обследуемую часть детали. Магнитное поле образуется параллельно оси катушки. Единица измерения – ампер - витки (N*I) (фактическая сила тока, умноженная на количество витков опоясывающей катушки или кабеля). Эффективное поле распространяется на обе стороны катушки на расстояние примерно равное радиусу используемой катушки. Длинные детали необходимо обследовать частями, не превышающими эту длину. Существуют четыре эмпирические формулы продольного намагничивания, используемые для применения опоясывающих катушек, формула должна использоваться в зависимости от коэффициента заполнения. Формулы включены только для полноты повествования. Если они применяются, то их использование должно быть ограничено деталями с простой формой. Для получения более быстрых и точных результатов можно использовать измеритель магнитной индукции (Гаусс/Тесла), поместив его контактную головку на деталь и измерив поле, нежели высчитывать по формулам.

14.3.2.1 *Катушки с низким коэффициентом заполнения* — В этом случае площадь поперечного сечения неподвижной опоясывающей катушки значительно превышает площадь поперечного сечения детали (менее 10% внутреннего диаметра катушки). Для соответствующего намагничивания детали, подобные детали необходимо разместить соответствующим образом в катушках и близко к внутренней стенке катушки. С этим низким коэффициентом заполнения, соответствующая напряженность поля для несимметрично расположенных деталей с соотношением длина-диаметр *(L/D)* между 3 и 15, рассчитывается по следующим формулам:

(1) Детали с низким коэффициентом заполнения, расположенные близко к внутренней стенке катушки:

$$NI = K/(L/D)\ (\pm 10\%) \qquad (1)$$

где:

N = количество витков катушки,
I = ток катушки, который будет приложен, ампер (А),
K = 45 000 (эмпирически полученная постоянная),
L = деталь, длина, дюйм [см. Примечание (1)],
D = диаметр детали, дюйм; для полых деталей, см. 14.3.2.4, и
NI = ампер - витки.

Например, деталь длиной 15 дюймов (38,1 см) с наружным диаметром 5 дюймов (12,7 см) имеет соотношение *L/D* равное 15/5 или 3. Соответственно, требование для ампер-витков *(NI* = 45 000/3) обеспечить соответствующую напряженность поля детали составит 15 000 ампер-витков. Если применяется катушка или кабель с пятью витками, требование силы тока в амперах катушки будет (7 = 15 000/5) = 3000 А (±10%). Катушка с А500 витками потребует 30 А (±10%).

(2) Детали с низким коэффициентом заполнения, расположенные в центре катушки:

$$NI = KR\ \{(6L/D) - 5\}\ (\pm 10\%) \qquad (2)$$

где:

N = количество витков катушки,
I = ток катушки, который будет приложен, А,
K = 43 000 (эмпирически полученная постоянная),
R = радиус катушки, дюйм,
L = длина детали, дюйм [см. Примечание (1)],
D = диаметр детали, дюйм, для полых деталей, см. 14.3.2.4, и
NI = ампер - витки.

Например, деталь длиной 15 дюймов (38,1 см) с наружным диаметром 5 дюймов (12,7 см) имеет соотношение *L/D* 15/5 или 3. Если используется катушка или кабель с пятью витками с диаметром 12 дюймов (радиусом 6 дюймов) [диаметр 30,8 см (радиус 15,4 см)], (7) требование по ампер - виткам будет следующим:

$$NI = \frac{(43\,000 \times 6)}{[(6 \times 3) - 5]} \quad \text{или } 19\,846$$

а *(2)* требование по силе тока в амперах будет следующим:

$$\frac{19\,846}{5} \quad \text{или } 3\,969\ A\ (\pm 10\%)$$

14.3.2.2 *Катушки с промежуточным коэффициентом заполнения* — Когда поперечное сечение катушки больше в два раза и меньше в десять раз поперечного сечения обследуемой детали:

$$NI = (NI)_{hf}\,(10 - Y) + (NI)_{lf}\,(Y - 2)/8 \qquad (3)$$

где:

M_{hf} = количество NI, рассчитанное для катушек большого коэффициента заполнения по формуле. (3),
NI_{lf} = количество NI, рассчитанное для катушек с низким коэффициентом заполнения по формуле (1) или формуле (2), и
Y = соотношение площади поперечного сечение катушки к поперечному сечению детали. Например, если катушка имеет внутренний диаметр 10 дюймов (25,4 см) и деталь (пруток) имеет наружный диаметр 5 дюймов (12,2 см)

$$Y = [\pi(5)^2]/[\,\pi\,(2{,}5)^2] = 4$$

14.3.2.3 *Катушки с высоким коэффициентом заполнения*— В случае, когда используются неподвижные катушки или витки кабеля, а площадь поперечного сечения катушки меньше более чем в два раза площади поперечного сечения детали (включая полые части), катушка имеет высокий коэффициент заполнения.

(1) Для деталей, расположенных в пределах катушки высокого коэффициента заполнения и для деталей с соотношением L/D равным или больше 3:

$$NI\frac{K}{\{(L/D) + 2\}}\,(\pm 10\%) \qquad (4)$$

где:

N = количество витков катушки или витков кабеля,
I = ток катушки, А,
K = 35 000 (эмпирически полученная постоянная),
L = длина детали, дюйм,
D = диаметр детали, дюйм, и
NI = ампер - витки.

Например, использование формулы (3) можно проиллюстрировать следующим образом: деталь длиной 10 дюймов (25,4 см) и с наружным диаметром 2 дюйма (5,08 см) будет иметь соотношение *LID* 5 и требование ампер-витков *NI* = 35 000/(5 + 2) или 5000 (±10%) ампер-витков. Если применяется катушка или кабель с пятью витками, требование силы тока в амперах составляет 5000/5 или 1000 А (±10%).

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Для соотношений *L/D* менее 3, необходимо использовать полюсный наконечник (ферромагнитный материал примерно того же диаметра, что и деталь) для эффективного увеличения соотношения *L/D* или использовать альтернативный метод намагничивания, такой как индуцированный ток. Для соотношений *L/D* более 15 необходимо использовать максимальное значение *L/D* 15 для всех вышеприведенных формул.

14.3.2.4 *Соотношение L/D для части детали*— При расчете соотношения *L/D* для полой детали *D* необходимо заменить эффективным диаметром D_{eff}, рассчитанным следующим образом:

$$D_{eff} = 2[(A_t - A_h)/\Pi]^{1/2}$$

где:

A_t = полная площадь поперечного сечения детали А
A_h = площадь поперечного сечения полой части (частей) детали

$$D_{eff} = [(OD)^2 - (ID)^2]^{1/2}$$

где:

OD = наружный диаметр цилиндра
ID = внутренний диаметр цилиндра.

15. НАНЕСЕНИЕ СУХИХ И ВЛАЖНЫХ МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ

15.1 *Сухие магнитные частицы:*

15.1.1 *Магнитные поля для сухих частиц* — Обычно сухие магнитные порошки наносятся при применении методов непрерывного намагничивания, использующих переменный ток или однополупериодный выпрямленный переменный ток или намагничивание ярмом. Необходимо приложить

ток в течение минимум $^{1}/_{2}$ с. Длительность тока должна быть достаточно короткой во избежание любого повреждения от перегрева или от других причин. Необходимо отметить, что переменный ток и однополупериодный переменный ток лучше передает подвижность частиц порошку, чем постоянный ток или двухполупериодный выпрямленный переменный ток. Сухие магнитные порошки широко используются в магнитопорошковой дефектоскопии больших деталей, а также локальных зон, таких как сварные швы. Сухие магнитные частицы широко используются при обследовании нефтепромыслового оборудования, а также часто используются вместе с оборудованием по типу «разряда конденсатора» и при методе остаточной намагниченности.

15.1.2 *Нанесение сухих порошков* — Сухие порошки необходимо наносить таким образом, чтобы на поверхности детали/элемента образовывалось легкое, однородное, пылеобразное покрытие во время его намагничивания. Сухие порошки не должны наноситься на влажную поверхность; их подвижность будет ограничена. Также их нельзя наносить при сильном ветре. Наиболее предпочтительный метод – взвешивание частиц в воздухе таким образом, что они достигают намагничиваемую поверхность однородным облаком с минимальной силой. Обычно используются специально разработанные воздуходувки для порошков и аппликаторы для ручного нанесения порошка [Рис. 1(b) и Рис. 4]. Сухие пороши нельзя наносить рассыпанием, бросанием или рассеиванием пальцами.

15.1.3 *Удаление излишков порошка* — Необходимо с осторожностью как наносить, так и удалять излишки сухого порошка. Пока прилагается намагничивающий ток, необходимо отследить, чтобы частицы, притянутые полями рассеяния, которые могут дать характерные показания нарушений сплошности, не удалялись.

15.1.4 *Порошковые фигуры приповерхностных нарушений сплошности* — Чтобы распознать широкие, нечеткие, слабые порошковые фигуры, полученные приповерхностными нарушениями сплошности, необходимо тщательно наблюдать образование показаний, при нанесении порошка, а также когда удаляется излишек. Между циклами намагничивания необходимо оставлять достаточно времени для формирования показаний и обследования.

15.2 *Нанесение влажных частиц* — Влажные частицы, флуоресцентные или нефлуоресцентные, взвешенные в растворителе в рекомендованной концентрации, могут наноситься либо распылением, либо разливанием на зоны для обследования во время подключения намагничивающего поля (непрерывный метод) или после отключения тока (метод остаточной намагниченности). Соответствующая последовательность действий (намагничивание детали и распределение времени опускания в среду) важна для формирования и сохранения показаний. Для непрерывного метода необходимо прилагать многократные удары током. Последний удар необходимо произвести, после того как поток частиц отклонен, и пока среда с частицами все еще на детали. Может хватить одного удара. Необходимо предпринять меры во избежание повреждения детали в результате перегрева или других причин. Поскольку четкие или слабые показания на хорошо обработанных или отполированных поверхностях могут быть смыты или стерты, необходимо предпринять меры для предотвращения высокоскоростного потока по критическим поверхностям и прекращения нанесения среды до удаления магнитного поля. Поскольку остаточное поле имеет более низкую интенсивность, чем непрерывное поле, формируются менее четко выраженные показания.

15.3 *Магнитные гидросмеси/краски* — Магнитные гидросмеси/краски наносят на деталь кистью до или во время намагничивания детали. Показания появляются в виде темных линий на светло-серебристом фоне. Магнитная гидросмесь идеально подходит для потолочной или подводной магнитопорошковой дефектоскопии.

15.4 *Магнитные полимеры*— Магнитные полимеры наносят на проверяемую деталь в виде жидкой полимерной суспензии. Затем деталь намагничивается, полимеру дают отвердеть, а эластичное покрытие удаляют с испытываемой поверхности для обследования. Необходимо проследить, чтобы намагничивание было завершено в течение активного периода миграции полимера, что обычно составляет около 10 минут. Этот метод особенно часто применяется к зонам ограниченного обзора, такие как болтовые отверстия. Для получения оптимальных результатов необходимо следовать подробным инструкциям изготовителя по нанесению и использованию.

16. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОКАЗАНИЙ

16.1 *Действительные показания* — Все действительные показания, сформированные при магнитопорошковой дефектоскопии, являются результатом магнитного поля рассеяния. Показания могут быть значимыми (16.1.1), незначимыми (16.1.2) или ложными (16.1.3).

16.1.1 *Значимые показания* — Значимые показания образуются полями рассеяния, которые являются результатом нарушений сплошности. Значимые показания требуют оценки по стандартам на приемку, согласованным изготовителем/организацией по исследованиям и покупателем (см. Дополнение Al).

16.1.2 *Незначимые показания* — Незначимые показания могут возникнуть разрозненно или в форме фигуры в результате полей рассеяния, образованных условиями, которые не требуют оценки, такие как изменения в сечении (например, шпоночный паз или высверленные отверстия), собственных характеристик материала (таких как, край биметаллических сварных швов), магнитное экспонирование и т.д.

16.1.3 *Ложные показания* — Ложные показания не являются результатом воздействия магнитных сил. Например, частицы могут удерживаться механически или гравитацией в неглубоких выемках, или же частицы могут удерживаться на поверхности ржавчиной или окалиной.

17. РЕГИСТРАЦИЯ ПОКАЗАНИЙ

17.1 *Средства регистрации* — Если требуется письменной процедурой, постоянные отчеты расположения, типа, направления, длины (длин) и разнесения (разнесений) показаний могут быть выполнены одним или несколькими из следующих способов.

17.1.1 *Эскизы* — Эскизы показания (показаний) и их расположений.

17.1.2 *Перенос (только сухой порошок)* — Покрытие показания (показаний) прозрачной лентой с липким слоем, удаление ленты с прилипшими на нее показанием (показаниями) магнитных частиц и размещение ее на бумаге или другом соответствующем материале с фоном, показывающим расположения.

17.1.3 *Легкоотслаивающаяся пленка (только сухой порошок)* — Покрытие показания (показаний) напыляемой пленкой, которая фиксирует показание (показания) по месту. Когда пленка снимается с детали, показание (показания) магнитных частиц налипают на нее.

17.1.4 *Фотографирование* — Фотографирование самих показаний, репродукций показаний пленки или легкоотслаивающейся пленки.

17.1.5 *Письменные протоколы* — Регистрация расположения, длины, ориентации и количества показаний.

17.2 *Сопроводительная информация* — Регистрация параметров методики, приведенная ниже, если применяется, должна прилагаться к результатам обследования:

17.2.1 *Применяемый метод* — Метод магнитопорошковой дефектоскопии (сухой, влажный, флуоресцентный и т.д.).

17.2.2 *Метод намагничивания* — Техника намагничивания (непрерывное, непрерывное равномерное, остаточное).

17.2.3 *Тип тока* — Ток намагничивания (переменный ток, однополупериодный выпрямленный или двухполупериодный выпрямленный переменный ток и т.д.).

17.2.4 *Направление поля* — Направление магнитного поля (размещение электрода, последовательность витков кабеля и т.д.).

17.2.5 *Напряженность поля* — Напряженность тока намагничивания (ампер - витки, ампер на миллиметр (дюйм) интервала электрода, подъемная сила и т.д.).

18. РАЗМАГНИЧИВАНИЕ

18.1 *Применимость* — Все ферромагнитные материалы будут сохранять остаточную намагниченность, напряженность которой зависит от удерживающей способности детали. Остаточная намагниченность не влияет на механические свойства материала. Однако остаточное поле может вызвать прилипание стружки, опилок, окалины и т.д. к поверхности, что повлияет на последующие циклы обработки, покраску или покрытие. В дополнение, если деталь будет использоваться в местах рядом с чувствительными инструментами, остаточные поля высокой напряженности могут повлиять на работу этих инструментов. Кроме того, сильное остаточное магнитное поле в детали, которая подлежит дуговой сварке, помешает сварке. Остаточные поля могут также помешать последующей магнитопорошковой дефектоскопии. Размагничивание требуется только, если указано в чертежах, спецификации или заказе на поставку. При необходимости также должны быть указаны допустимый уровень остаточной намагниченности и способ измерения. См. 18.3.

18.2 *Методы размагничивания* — Легкость размагничивания зависит от коэрцитивной силы металла. Высокая удерживающая способность необязательно связана с высокой коэрцитивной силой, так как напряженность остаточного поля не всегда есть показатель легкости размагничивания. В общем, размагничивание сопровождается воздействием на деталь поля, равного или большего, нежели того, которое использовалось для намагничивания детали и примерно в том же направлении, а не постоянное реверсирование направления поля по мере постепенного снижения его до нуля.

18.2.1 *Изъятие из катушки переменного тока* — Наиболее быстрый и простой метод – пропустить деталь через катушку переменного тока высокой напряженности, а затем медленно вынуть деталь из поля катушки. Рекомендуется катушка 5000 – 10 000 ампер-витков. Частота сети питания обычно составляет от 50 – 60 Гц переменного тока. Деталь должна входить в катушку с расстояния 12 дюймов (300 мм) и продвигаться через нее равномерно и медленно, пока она не будет как минимум на 36 дюймов (900 мм) за пределами катушки. Необходимо предпринять меры, чтобы убедится, что влияние катушки на деталь полностью прекращено, перед прекращением действия силы размагничивания, в ином случае размагничивающее устройство может оказать обратное воздействие на намагниченную деталь. Эту процедуру необходимо повторить по мере необходимости для снижения остаточного поля до приемлемого уровня. См. 18.3. Небольшие детали сложной конфигурации можно вращать и переворачивать при прохождении через поле катушки.

18.2.2 *Ослабление переменного тока* — Альтернативный метод для размагничивания детали – воздействие на деталь поля при постепенном снижении его напряженности до желаемого уровня.

18.2.3 *Размагничивание ярмом* — Ярмо переменного тока может использоваться для локального размагничивания путем помещения полюсов на поверхность, продвижения их вокруг участок, а затем медленное удаление ярма, пока оно еще под током.

18.2.4 *Реверсирование постоянного тока* — Деталь, которая будет намагничиваться, проходит последовательные шаги намагничивания реверсивным и редуцированным постоянным током до желаемого уровня. (Это наиболее эффективный процесс размагничивания больших деталей, в которых поле переменного тока имеет недостаточное проникание для удаления внутренней остаточной намагниченности.) Данный метод требует специального оборудования для реверсирования тока при его одновременном снижении небольшими шагами.

18.3 *Степень размагничивания* — Эффективность размагничивания можно измерить с помощью соответствующих индикаторов магнитного поля или измерителей напряженности поля. **Внимание:** Деталь может удерживать сильное остаточное поле после того, как она пройдет круговое намагничивание и покажет наличие небольшого данного поля или отсутствие внешнего проявления наличия поля. Поэтому, круговое намагничивание должно проводиться до продольного намагничивания, если требуется полное размагничивание.

18.3.1 После размагничивания остаточные поля не должны превышать 3 Гаусс (240 А/м) ни в какой части детали, абсолютные величины, если иного не согласовано или как указано в инженерно-технической документации или контракте, заказе на поставку или спецификации.

19. ОЧИСТКА ПОСЛЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ

19.1 *Удаление частиц*— Очистка после обследования необходима, если материал магнитной частицы (частиц) может помешать последующей обработке или эксплуатационным требованиям. Покупатель должен указать, когда требуется очистка после обследования и требуемый объем.

19.2 *Способы удаления частиц*— Используемые типовые методы очистки после обработки:

(a) использование сжатого воздуха для сдувания ненужных сухих магнитных частиц;

(b) сушка влажных частиц и последующее их удаление щеткой или сжатым воздухом;

(c) удаление влажных частиц промывкой растворителем; и

(d) другие соответствующие методы очистки после обследования могут использоваться, если они не помешают последующим требованиям.

20. ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ/ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ

20.1 *Дополнительные факторы* — Общая производительность/чувствительность систем для испытания магнитными частицами зависит от следующих факторов:

20.1.1 Способности оператора, если используются ручные операции.

20.1.2 Контроль технологических операций.

20.1.3 Частицы или суспензия или и то, и другое.

20.1.4 Оборудование.

20.1.5 Видимый уровень света.

20.1.6 Контроль невидимым излучением, если применяется.

20.1.7 Напряженность магнитного поля.

20.1.8 Направление или ориентация поля.

20.1.9 Остаточная напряженность поля.

20.1.10 Все эти факторы необходимо контролировать индивидуально.

20.2 *Техобслуживание и калибровка оборудования* — Оборудование магнитопорошковой дефектоскопии должно все время поддерживаться в соответствующем исправном состоянии. Поверочные калибровки обычно проводятся с периодичностью каждые шесть месяцев, см. Таблицу 2, или если возникает подозрение относительно неисправной работы, и должны указываться в письменных процедурах испытательного оборудования. Записи проверок и результатов представляют полезную информацию для контроля качества и должны регулярно осуществляться. Кроме того, необходимо провести любое или все описанные испытания, если возникает подозрение относительно неисправной работы системы. Поверочные испытания должны проводиться в соответствии со спецификацией или используемыми документами.

ТАБЛИЦА 2
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПОВЕРОК

Пункт	Максимальное время Между поверками (А)	Пункты для справки
Освещение:		
Интенсивность видимого света	1 неделя	7.1.1
Интенсивность невидимого излучения	1 неделя	7.1.2
Интенсивность фонового видимого света	1 неделя (А)	7.1.1
Производительность системы при использовании испытательного образца или кольцевого образца Рис. 17	1 день	20.8.3
Концентрация влажных частиц	8 ч или каждый раз при следующей смене	20.6
Загрязнение влажных частиц	1 неделя	20.6.4
Проверка в воде на просветы	1 день	20.7.5
Калибровка/поверка оборудования:		
Точность амперметра	6 месяцев	20.3.1
Регулирование таймера	6 месяцев	20.3.2
Быстрое прерывание	6 месяцев	20.3.3
Проверка противовеса	6 месяцев	20.3.6
Проверки Люксметра	6 месяцев	20.4

ПРИМЕЧАНИЕ:
(А) Максимальное время между поверками может быть увеличено, если подтверждено данными о фактической стабильности/надежности.

20.3 *Поверки оборудования* — Для поверки точности оборудования магнитопорошковой дефектоскопии рекомендуются нижеприведенные методы.

20.3.1 *Точность амперметра* — Показания измерительного оборудования необходимо сравнить с показаниями контрольного измерительного прибора, который включает ответвление или трансформатор тока, подсоединенный к дозиметру выходного тока. Точность всех установок контрольного измерительного прибора должна поверятся с периодичностью в шесть месяцев или по согласованию покупателя и поставщика способами, контролепригодными в соответствии с требованиями Национального института стандартов и технологий США (NIST). Сравнительные показания должны считываться минимум при трех уровнях выходного сигнала, охватывающих эффективный диапазон. Показание измерительного прибора не должно отклоняться более чем на ±10% от полного показания шкалы, относительно фактических величин тока, показанным контрольным измерительным прибором. **Внимание:** При измерении однополупериодного выпрямленного переменного тока, показание постоянного тока стандартного контрольного измерительного прибора постоянного тока должны быть удвоены.

20.3.2 *Контрольная поверка таймера* — Для оборудования, в котором используется таймер для контроля продолжительности приложения ,электрического тока, таймер должен проверятся на точность, как указано в Таблице 2, или если возникает подозрение о неисправной работе.

ТАБЛИЦА 3
МИНИМАЛЬНАЯ ПОДЪЕМНАЯ СИЛА ЯРМА

	Интервал между полюсными концами катушки	
Тип Ток	50 – 100 мм (2 – 4 дюйма)	100 - 150 мм (4 – 6 дюйма)
Переменный ток	45 Н (10 фунт)	
Постоянный ток	135 Н (30 фунт)	225 Н (50 фунт)

20.3.3 *Поверка быстрого прерывания магнитного поля* — Оборудование, которое имеет функцию быстрого прерывания, должно проверятся и подтверждаться для работы в данной цепи. Это испытание можно осуществить с применением соответствующего осциллографа или простого контрольного прибора, который обычно имеется у изготовителя. В электронных силовых модулях или энергетических установках, неспособность получения показания «быстрое прерывание» будет означать, что в цепи возбуждения имеется неисправность.

20.3.4 *Проверка тока оборудования на выходе* — Чтобы гарантировать непрерывную точность оборудования, показаний амперметра, на каждом трансформаторе необходимо предусмотреть ответвление с выверенной комбинацией амперметр-ответвление. Этот вспомогательное устройство установлено последовательно с контактами. Оборудование ответвления не должно использоваться для проверки механизма, частью которого оно является. Для всех устройств регулировки тока (несекционный переключатель), должны использоваться установки с интервалами 500-А. Колебания, превышающие ±10% от показаний амперметра, являются показателем того, что оборудование требует проведения техобслуживания или ремонта.

20.3.5 *Проверка внутреннего короткого замыкания* — Оборудование магнитопорошковой дефектоскопии должно периодически проверяться на внутреннее короткое замыкание. В отношении комплекта оборудования для максимальной силы тока в амперах на выходе любое отклонение амперметра при активизации тока без кондуктора между контактами – показание внутреннего короткого замыкания.

20.3.6 *Испытание подъемной силы электромагнитного ярма* — Намагничивающая сила ярма (или постоянного магнита) должна испытываться определением ее подъемной силы на стальном листе. См. таблицу 3. Подъемная сила относится к электромагнитной напряженности ярма.

20.3.7 *Воздуходувка для порошков* — Производительность воздуходувок для порошков, используемых для нанесения сухих магнитных частиц, должна проверяться с запланированной периодичностью или если возникает подозрение о неисправной работе. Проверка должна проводиться на репрезентативной испытательной детали. Воздуходувка должна наносить покрытие на зону испытания тонким, однородным пылевидным слоем сухих магнитных частиц и иметь достаточную силу для удаления лишних частиц без сдвига частиц, которые являются подтверждением показаний. Необходимые регулировки интенсивности или скорости воздуха воздуходувки должны проводиться в соответствии с рекомендациями изготовителя.

20.4 *Контроль уровня освещенности зоны обследования*

20.4.1 *Интенсивность видимого света* — Интенсивность света в зоне обследования должна проверяться с определенной периодичностью с помощью специально предназначенного люксметра на поверхности исследуемых деталей. См. Таблицу 2.

20.4.2 *Интенсивность невидимого (ультрафиолетового) излучения* — Интенсивность невидимого излучения и длина волны должны проверяться с определенной периодичностью, но не более одной недели, а также всякий раз при смене лампочки. Отражатели и фильтры должны проходить ежедневную чистку и проверятся на целостность. См. таблицу 2. УФ фильтры с трещинами или сломанные должны немедленно заменяться. Дефектные лампочки, которые излучают ультрафиолетовую энергию, также необходимо заменить перед дальнейшим использованием.

20.5 *Контроль качества сухих частиц* — Для того, чтобы гарантировано получить однородное и плотное покрытие сухим магнитным порошком, выбранным для использования, рекомендуется проверять все поступающие порошки на наличие сертификата или проводить их испытание на соответствие стандартам контроля качества, установленным между заказчиком и поставщиком.

20.5.1 *Загрязнение*

20.5.1.1 *Коэффициент снижения производительности* — Сухие магнитные частицы, в общем, довольно шероховатые и демонстрируют высокую степень согласованности на широком участке зоны обработки. Однако они характеризуются чувствительностью к ухудшению показателей в результате таких загрязнений как влага, смазка, масло, ржавчина и частицы вторичной окалины, немагнитные частицы, такие как формовочный песок и избыточное тепло. Эти загрязнения обычно проявляются в виде изменения цвета частиц и их скопления, их степень определит дальнейшее использование порошка. Перегретые сухие частицы могут потерять свой свет, тем самым, снижая цветовой контраст с деталью, что затруднит обследование детали. Скопление частиц может снизить подвижность частиц во время обработки, а большие скопления частиц могут не удерживаться на показании.

20.5.1.2 *Гарантия качества частицы* — Чтобы предупредить вредное воздействие в результате возможных загрязнений, рекомендуется проводить запланированные проверки производительности/чувствительности (см. 20.8.3).

20.6 *Контроль качества влажных частиц* — Для суспензий влажных магнитных частиц необходимо проводить следующие испытания в начале и с регулярной периодичностью, чтобы гарантировать согласующиеся характеристики. См. Таблицу 2. Поскольку при погружении в среду может возникнуть загрязнение от нее, то необходимо контролировать погружение в рабочую среду.

20.6.1 *Определение концентрации среды* — Концентрация среды и в некоторых случаях загрязнение от среды определяются измерением объема оседания с помощью метода испытаний Test Method D 1966 грушевидной центрифугой-пробиркой с ножкой 1-мл (деления 0,05-мл) для суспензий флуоресцентных частиц или с ножкой 1,5-мл (деления 0,1-мл) для нефлуоресцентных суспензий. Перед отбором проб суспензию необходимо пропустить через систему рециркуляции, чтобы все частицы, которые могут осесть на сетку отстойника и вдоль стенок и дна штампованного резервуара, были как следует перемешаны. Возьмите 100-мл части суспензии из шланга или патрубка, размагнитьте и оставьте его оседать примерно на 60 минут с суспензиями петролейного дистиллята или на 30 минут с суспензиями на основе воды перед снятием показаний. Объем осадка на дне трубки является показательным для концентрации частиц в среде.

20.6.2 *Интерпретация проб* — Если концентрация среды низкая по содержанию частиц, добавьте достаточное количество материала частиц для получения нужной концентрации; если в суспензии высокая концентрация частиц, добавьте необходимое количество растворителя для получения нужной концентрации. Если окажется, что осевшие частицы образуют неплотные скопления, а не твердый слой, возьмите второй образец. Если все еще имеет место образование скоплений, частицы могли намагнититься; замените суспензию.

20.6.3 *Объем осадка* — Для флуоресцентных частиц рекомендуемый объем осадка (см. 15.2) составляет от 0,1 мл до 0,4 мл в 100-мл образце среды и от 1,2 мл до 2,4 мл на 100 мл растворителя для нефлуоресцентных частиц, если иного не одобрено компетентной технической организацией (CEO). См. соответствующий документ AMS (3041, 3042, 3043, 3044, 3045 и/или 3046). Для частиц, окрашенных в два цвета, рекомендуемый объем осадка должен определяться требованиями к рабочим характеристикам и освещенностью данной задачи, как рекомендовано изготовителем. См. 8.5.5.

20.6.4 *Загрязнение среды* — Как флуоресцентные, так и нефлуоресцентные суспензии должны периодически проверяться на загрязнения, такие как грязь, окалина, масло, пух, обесцвеченный флуоресцентный пигмент, вода (в случае с масляной суспензией) и скопления частиц, которые могут оказать отрицательное воздействие на характеристики процесса магнитопорошковой дефектоскопии. См. Таблицу 2.

20.6.4.1 *Загрязнение носителя* — Для флуоресцентных сред жидкость непосредственно над осадком должна исследоваться с помощью невидимого излучения. Жидкость будет немного светиться флуоресцентным светом. Ее цвет можно сравнить со свежей пробой, подготовленной с применением тех же материалов или с неиспользованным образцом из первоначальной среды, который был оставлен для этих целей. Если «использованный» образец значительно более флуоресцентный, чем сравниваемый стандарт, то среду необходимо заменить.

20.6.4.2 *Загрязнение частиц* — Часть пробирки с градуировкой должна обследоваться при невидимом излучении, если среда флуоресцентна, и при видимом свете (как для флуоресцентных, так и для нефлуоресцентных частиц) для бороздок и полосок, отличий в цвете или виде. Полоски или бороздки могут указывать на загрязнение. Если общий объем загрязнений, включая полоски или бороздки, превышает 30% объема магнитных частиц, или если жидкость довольно флуоресцентна (см. 20.6.4.1), среду необходимо заменить.

20.6.5 *Стойкость частиц* — Стойкость как флуоресцентных так и нефлуоресцентных магнитных частиц в суспензии должна периодически проверяться, чтобы убедиться, что на характеристики частиц не повлияла химическая коррозия растворителей взвешенного масла или кондиционированной воды или механическое воздействие сил вращения рециркуляционного насоса в горизонтальном устройстве для влажных магнитных частиц. Разрушение флуоресцентных магнитных частиц особенно может проявиться в снижении чувствительности и увеличении разрушения немагнитных флуоресцентных частиц. Потеря флуоресцентного пигмента может вызвать ложные показания, которые могут помешать процессу обследования.

20.6.6 *Яркость флуоресценции* — Важно, поддерживать яркость флуоресцентных порошков магнитных частиц на установленном уровне, так чтобы показание и яркость фона поддерживались на относительно постоянном уровне. Колебания контраста могут значительно повлиять на результаты испытаний. Отсутствие соответствующего контраста обычно может быть вызвано:

20.6.6.1 Увеличением уровня загрязнения растворителя, что увеличивает флуоресценцию фона, или

20.6.6.2 Потерей растворителя в результате испарения, что увеличивает концентрацию, или

20.6.6.3 Ухудшением параметров флуоресцентных частиц. Изменение степени контрастности можно видеть при использовании кольцевого испытательного образца с травленой поверхностью.

20.6.7 *Производительность/Чувствительность* — Если не удается выявить известное нарушение сплошности в детали или получить определенные показания на кольцевом испытательном образце (см. 20.8.3) – это указывает на необходимость полной смены среды. Если деталь была в эксплуатации, ее необходимо очистить с помощью ультразвуковых колебаний таким образом, чтобы при невидимом излучении с поверхностной интенсивностью минимум 1000 мкВт/см^2 не выявлялось флуоресцентного фона. Если заметен какой-либо фон, который мешает либо выявлению, либо интерпретации, то среду необходимо вылить и изготовить новую суспензию.

20.6.8 *Карты с магнитной полосой* — Закодированная часть магнитных полос магнитных карт может послужить в качестве образца для испытаний для оценки чувствительности частиц. Частицы пристают к магнитным отклонениям, сформированным при кодировании полосы. Более подробную информацию см. в Приложении X2.

20.7 *Контроль характеристик среды*

20.7.1 *Жидкости с масляной средой* — Характеристики жидкостей с масляной средой описаны в AMS 2641 или A-A-59230.

20.7.2 *Жидкости с водной средой* — Характеристики кондиционированных жидкостей с водной средой описаны в AS 4792.

20.7.3 *Вязкость* — Вязкость суспензии не должна превышать 5 мм^2/с (5,0 сСт) при любой температуре при которой среда может использоваться, если испытание проводится в соответствии с документом Test Method D 445.

20.7.4 *Температура воспламенения* — температура воспламенения суспензии дистиллята петролейного эфира влажных магнитных частиц должна быть минимум 200°F (93°C); см Test Method D93.

20.7.5 *Проверка в воде на просветы для носителей с кондиционированной водой* — Соответствующим образом кондиционированная вода обеспечит соответствующее смачивание, дисперсию частиц и защиту от коррозии. Проверка в воде на просветы должна осуществляться заливанием детали, отделка поверхности которой подобна испытываемой, суспензией, а затем наблюдением за внешним видом поверхности детали после окончания заливки. Если пленка суспензии непрерывная и ровная по всей поверхности детали, то смачивающее вещество в достаточном количестве. Если пленка суспензии прерывается, вскрывая открытую поверхность детали, суспензия формирует много отдельных капель на поверхности, то требуется больше смачивающего вещества или это является показателем того, что деталь очищена соответствующим образом.

20.7.6 *pH растворителей кондиционированной воды* — pH кондиционированной воды среды должно быть в пределах 7,0 – 10,5, как определено соответствующим pH-метром или специальной индикаторной бумагой pH.

20.8 *Поверка производительности системы*

Испытания производительности системы должны проводиться в соответствии с письменной процедурой, чтобы каждый раз испытания проводились одинаково.

20.8.1 *Производственные испытательные детали с несплошностями* — Возможный способ оценки производительности и чувствительности сухих или влажных магнитных частиц или производительности системы в целом, или и того, и другого – использовать репрезентативные проверочные детали с известными нарушениями сплошности типа и степени, с которыми обычно сталкиваются во время фактических производственных обследований. Однако использование таких деталей ограничено, поскольку ориентацию и величину нарушений сплошности невозможно контролировать. Не рекомендуется применение деталей с большими нарушениями сплошности. **Внимание** — Если применяются такие детали, они должны быть тщательно очищены и размагничены после каждого использования.

20.8.2 *Детали для испытаний с имитированными несплошностями* — Часто производственные испытательные детали с известными нарушениями сплошности, тип и степень которых необходимо определить. В качестве альтернативы могут использоваться образцы для испытаний с имитированными нарушениями сплошности разного уровня и степени для обеспечения показания эффективности процесса магнитопорошковой дефектоскопии сухими или влажными магнитными частицами.

20.8.3 *Испытательный лист* — Испытательный лист для проверки производительности системы магнитных частиц, такой как показано на Рис. 17, полезен для использования полной производительности метода влажных и сухих частиц с применением электродов и ярма. Рекомендуемые минимальные размеры – десять дюймов на сторону и один дюйм на номинальную толщину. Нарушения сплошности могут быть образованы контролируемым нагреванием/охлаждением, надрезами на электроэрозионном станке, искусственными нарушениями сплошности согласно 14.2.2 или другими способами.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Надрезы необходимо заполнить и сравнять с поверхностью с помощью изоляционного материала, такого как эпоксидная смола, для предотвращения механического удерживания индикаторной среды.

20.8.4 *Кольцевой испытательный образец* – Кольцевой испытательный образец (Ketos) также может использоваться при оценке и сравнении общей производительности и чувствительности методик, использующих как сухие, так и влажные, флуоресцентные и не флуоресцентные магнитные частицы с использованием методики намагничивания центральным кондуктором. См. Practice E 1444, Приложение XI.

20.8.4.1 *Использование испытательного кольца* — При использовании испытательного кольца пропустите кондуктор с диаметром 1 дюйм - 1,25 дюйма (25 мм - 31 мм) и длиной более 16 дюймов (40 см) через центр кольца. Центрируйте кольцо по длине кондуктора. Произведите круговое намагничивание, пропуская ток через кондуктор, как описано в Приложении XI Practice E 1444. Аккуратно нанесите частицы на поверхность кольца, пока ток еще подается. Обследуйте кольцо в течение минуты после нанесения. Количество видимых показаний-отверстий должно соответствовать или превышать указанных в Приложении XI Practice E 1444.

20.8.5 *Индикаторы магнитного поля:*

20.8.5.1 *"Секторный" указатель поля* — Работа индикаторов магнитного поля, показанных на Рис. 15, основана на бороздках между секторными сегментами для показания наличия и примерного направления магнитного поля. Соответствующая напряженность магнитного поля указывается, когда четко определяемая линия магнитных частиц формируется поперек медной поверхности указателя (бороздки находятся напротив детали), когда магнитные частицы наносятся одновременно с приложением силы намагничивания. Невозможность получения показания может быть результатом: (1) недостаточного магнитного поля или (2) магнитными характеристиками исследуемого материала, или и того, и другого.

20.8.5.2 *Тонкая прокладка с пазами* — Существует несколько типов тонких прокладок с пазами. См. AS 5371 и иллюстрации Приложения XI.

20.8.6 *Датчик Холла* — Датчик или зонд Холла измеряет тангенциальную напряженность поля (в окружающем деталь воздухе) намагничивающей силы (H) и калибрована в гауссах. Датчик необходимо использовать с осторожностью. Его необходимо держать близко к поверхности детали. Необходимо следовать инструкциям изготовителя. Данные приборы можно использовать для определения остаточного поля или измерения полей, образованных ударами током через измерительную головку или ударов через центральный кондуктор.

21. ПРОЦЕДУРА

21.1 Если задано, процедура должна быть письменной для всех методов обследования магнитопорошковой дефектоскопией и должна включать как минимум следующую информацию. Эскиз обычно используется для иллюстрирования геометрии детали, методик и зон обследования. Этот эскиз также можно использовать для регистрации расположения индикаторов магнитного поля и для регистрации расположения нарушений сплошности.

РИС. 17 ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ МАГНИТНЫХ ЧАСТИЦ



ПРИМЕЧАНИЕ 1—EDM = электроэрозионный станок.
ПРИМЕЧАНИЕ 2—RHR = Номинальное значение высоты неровностей
ПРИМЕЧАНИЕ 3—Тип материала должен быть таким же, что и испытываемый (лист низколегированной стали подходит для всех низколегированных материалов для испытания).
ПРИМЕЧАНИЕ 4—*T* должно быть в пределах ± $^{1}/_{4}$ дюйма материала для испытания до $^{3}/_{4}$ дюйма. *T* = $^{3}/_{4}$ дюйма для материала $^{3}/_{4}$ дюйма и больше.
ПРИМЕЧАНИЕ 5—Десять надрезов делается при обработке на электроэрозионном станке и составляет $^{1}/_{8}$ дюйма (3 мм) в длину, 5 - 50 мил глубиной и 5 ± 1 мил шириной.
ПРИМЕЧАНИЕ 6—Надрезы должны заполняться вровень с поверхностью изоляционным материалом, таким как эпоксидная смола, во избежание механического удерживания индикаторной среды.

21.1.1 Зона обследования (вся деталь или определенная зона),

21.1.2 Тип материала магнитных частиц (сухие или влажные, видимые или флуоресцентные),

21.1.3 Оборудование для магнитопорошковой дефектоскопии,

21.1.4 Требования к подготовке поверхности детали,

21.1.5 Процесс намагничивания (непрерывное, непрерывное равномерное, остаточное),

21.1.6 Ток намагничивания (переменный, однополупериодный выпрямленный переменный ток, двухполупериодный выпрямленный переменный ток, постоянный ток),

21.1.7 Способы намагничивания детали (прямой контакт электродами, контакт передней/задней бабки или обмотки кабелем, непрямая катушка/ обмотка кабеля, ярмо, центральный кондуктор и т.д.),

21.1.8 Направление магнитного поля (круговое или продольное),

21.1.9 Проверки производительности / чувствительности системы,

21.1.10 Напряженность магнитного поля (ампер - витки, напряженность поля, намагничивающая сила и значение, и продолжительность приложения тока намагничивания),

21.1.11 Нанесение среды обследования,

21.1.12 Интерпретация и оценка показаний,

21.1.13 Тип отчетов, включая критерии приемки/выбраковки,

21.1.14 Методики размагничивания, если требуются, и

21.1.15 Очистка после обследования, если требуется.

21.2 *Письменные отчеты* — Письменные отчеты должны быть подготовлены по согласованию агентства/отделения по испытаниям и заказчика/пользователя.

22. СТАНДАРТЫ НА ПРИЕМКУ

22.1 Приемлемость деталей, исследуемых данным методом, не указывается в настоящем документе. Стандарты на приемку – подлежат согласованию изготовителем и заказчиком, и должны указываться в справочном контракте, спецификации или нормах и правилах.

23. БЕЗОПАСНОСТЬ

23.1 Лица, обеспечивающее практическое проведение проверок методом магнитопорошковой дефектоскопии, подвергаются опасности, включая:

23.1.1 *Удар электрическим током и прожоги*— Короткое замыкание электросети может вызвать удар или особенно прожоги в результате высоких сил тока в амперах при относительно низких применяемых напряжениях. Оборудование с водными суспензиями должно иметь хорошее электрическое заземление.

23.1.2 *Летучие частицы* — Магнитные частицы, особенно сухие, пыль, формовочный песок, ржавчина и вторичная окалина могут попасть в глаза и уши, когда они сдуваются с детали при их нанесении на вертикальную или потолочную поверхность или при очистке обследуемой поверхности сжатым воздухом. Сухие частицы легко вдохнуть, поэтому рекомендуется использовать противопылевой респиратор.

23.1.3 *Падения* — Падение со строительных лесов или лестницы, если работа проводится на высокой конструкции в полевых условиях или в цехе.

23.1.4 *Пожар* — Воспламенение среды петролейного дистиллята.

23.1.5 *Окружающая среда* — Проведение магнитопорошковой дефектоскопии при наличии легковоспламеняющихся паров на нефтехимическом или нефтеперегонном заводе. Работа под водой также представляет ряд опасностей.

23.1.6 *Скользкие полы* — Скольжение на полу, намоченном суспензией частиц.

23.1.7 *Сдвиг или падение больших элементов* — Большие элементы, особенно которые находятся на временных опорах, могут быть сдвинуты во время обследования или упасть при подъеме. Кроме того, операторы должны быть предупреждены о возможности получения повреждений в результате зажатия под канатом/цепью или между передней/задней бабки и деталью.

23.1.8 *Воздействие УФ излучения* — УФ излучение может оказать вредное воздействие на глаза и кожу. Рекомендуется использовать защитные очки, специально разработанные для поглощения УФ лучей при использовании невидимого излучения высокой интенсивности.

23.1.9 *Материалы и концентраты* — Безопасное обращение с магнитными частицами и концентратами регулируется инструкцией по ТБ при работе с опасными материалами (MSDS) поставщика. Поставщик обязан предоставить инструкцию по ТБ при работе с опасными материалами, соответствующую 29 CFR 1910.1200 или равнозначному документу, упомянутая инструкция должна быть подготовлена в соответствии с FED-STD-313.

24. ТОЧНОСТЬ И ПОГРЕШНОСТЬ

24.1 Методология, описываемая в технологии, обеспечит повторяемые результаты, при условии, что:

24.1.1 Напряженность поля магнитного потока в детали/части подтверждена и,

24.1.2 Поле имеет соответствующую ориентацию, что касается выявленных нарушений сплошности.

24.2 Необходимо помнить, что качество поверхности исследуемого материала, магнитные свойства материала, его форма и контроль факторов, перечисленных в 20.1, влияют на полученные результаты.

25. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

25.1 красящее вещество; оценка; обследование; флуоресцентный; осмотр; магнитная частица; неразрушающий; испытание.

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Обязательная информация)

A1. Типовые показания магнитных частиц

A1.1 Нарушения сплошности поверхности, за редким исключением, образовывают четкие и ясно выраженные показания магнитных частиц. С другой стороны, приповерхностные нарушения сплошности образовывают менее отчетливые или смазанные показания магнитных частиц по сравнению с поверхностными нарушениями сплошности; показания магнитных частиц скорее широкие, чем четкие, и частицы менее плотно удерживаются.

A1.2 *Метод влажных частиц:*

A1.2.1 *Флуоресцентные* — Показания поверхностных трещин, поверхностные показания и показания приповерхностных нарушений сплошности показаны на Рис. A1.1-A1.6.

A1.2.2 *Нефлуоресцентные* — Показания поверхностных трещин показаны на Рис. A1.7-A1.16.

A1.3 *Метод сухих частиц* — Показания поверхностных трещин показаны на Рис. A1.17-A1.23.

A1.4 Незначимые показания приведены на Рис. A1.24-A1.26.

РИС. A1.1 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА)

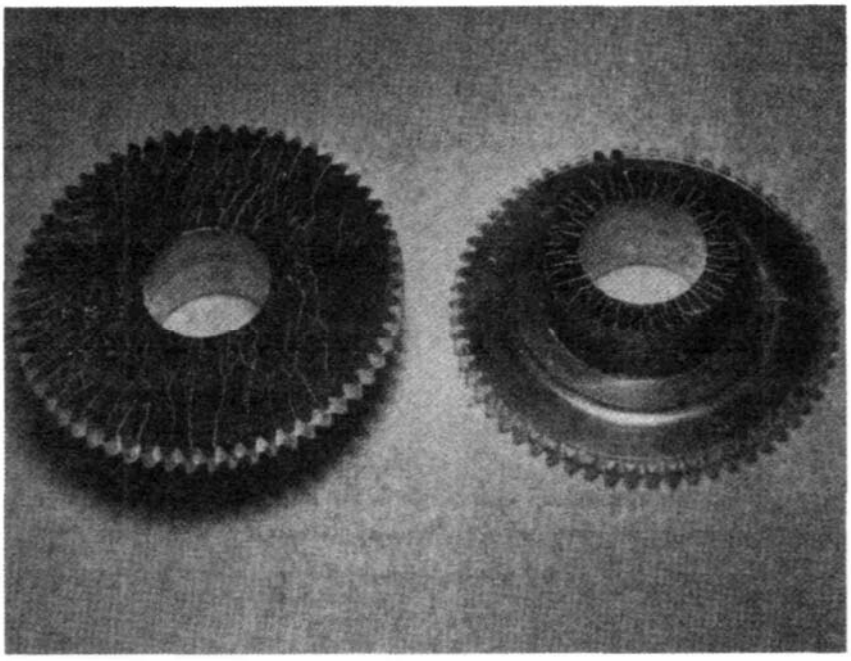


РИС. A1.2 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА)

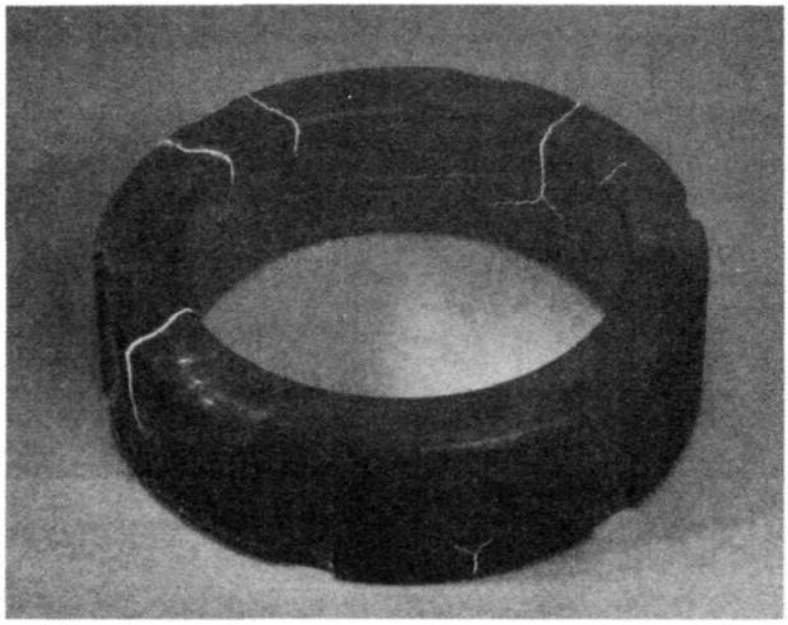


РИС. A1.3 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА)

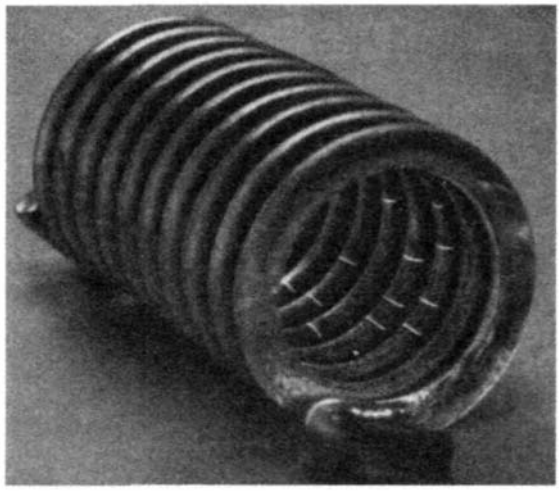


РИС. A1.4 ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПОКАЗАНИЯ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДУКТОРА)

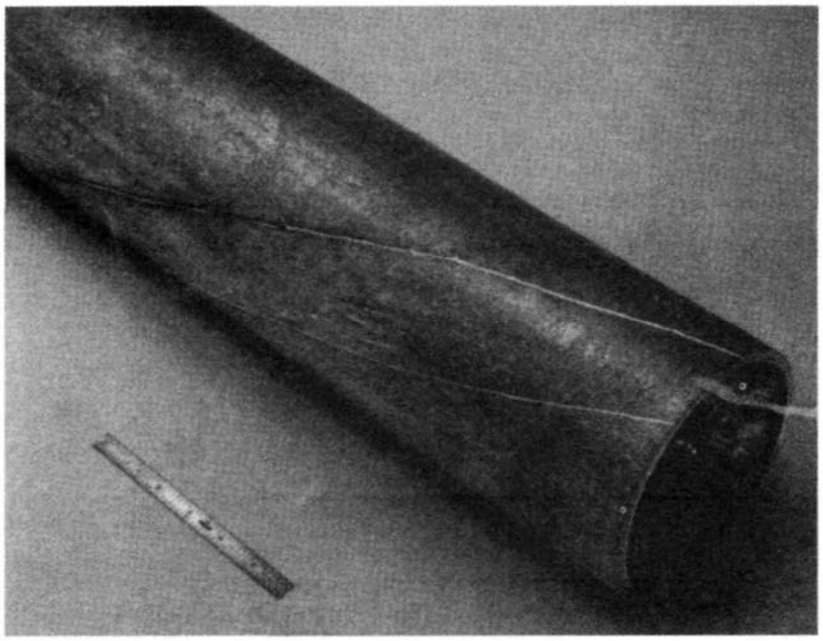


РИС. A1.5 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ КОНДУКТОРОМ, НЕПРЕРЫВНЫМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ)

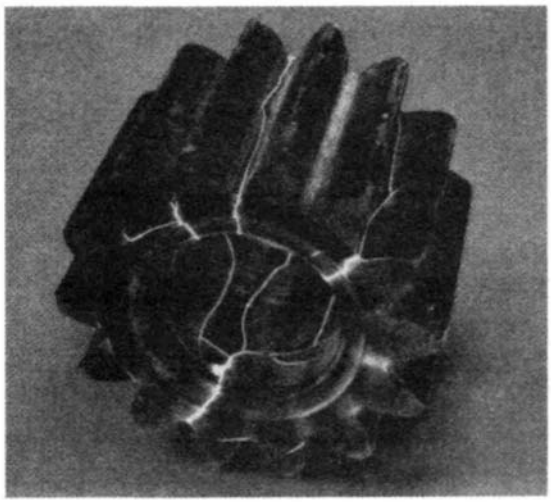


РИС. A1.6 ПОКАЗАНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ НАРУШЕНИЙ СПЛОШНОСТИ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДАМИ)

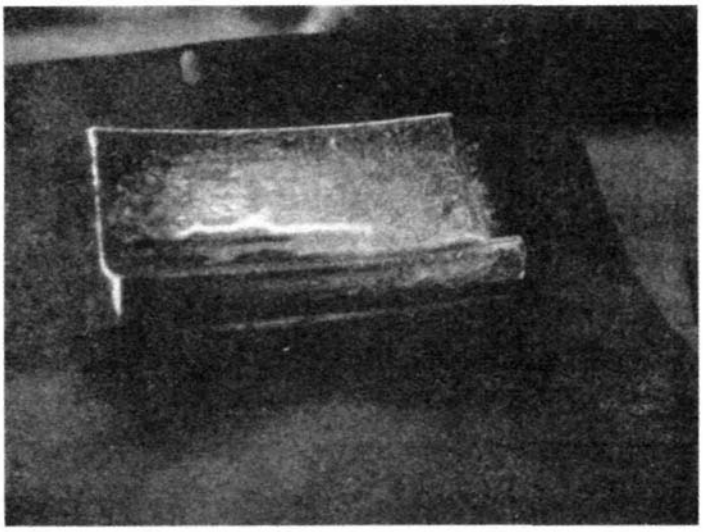


РИС. A1.7 ПОКАЗАНИЯ РАСТРЕСКИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ КОНДУКТОРОМ, НЕПРЕРЫВНЫМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ)

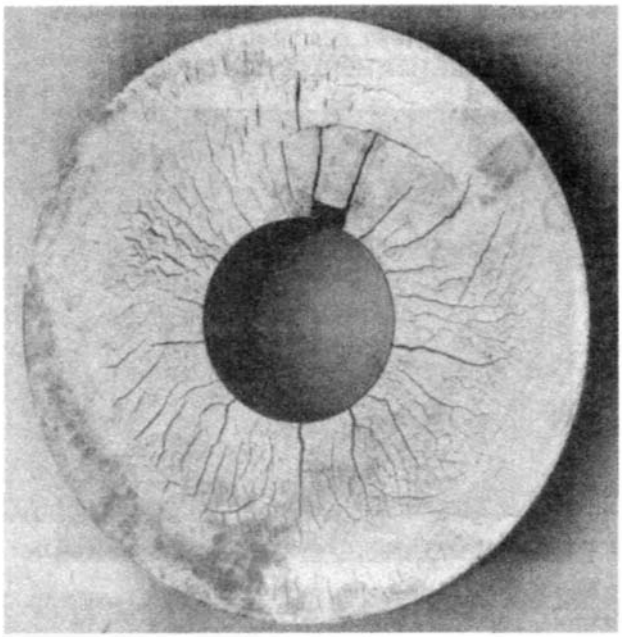


РИС. A1.8 ПОКАЗАНИЯ РАСТРЕСКИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ (ПОЛУЧЕННЫЕ КРУГОВЫМ ПРЯМЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, НЕПРЕРЫВНЫМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ)

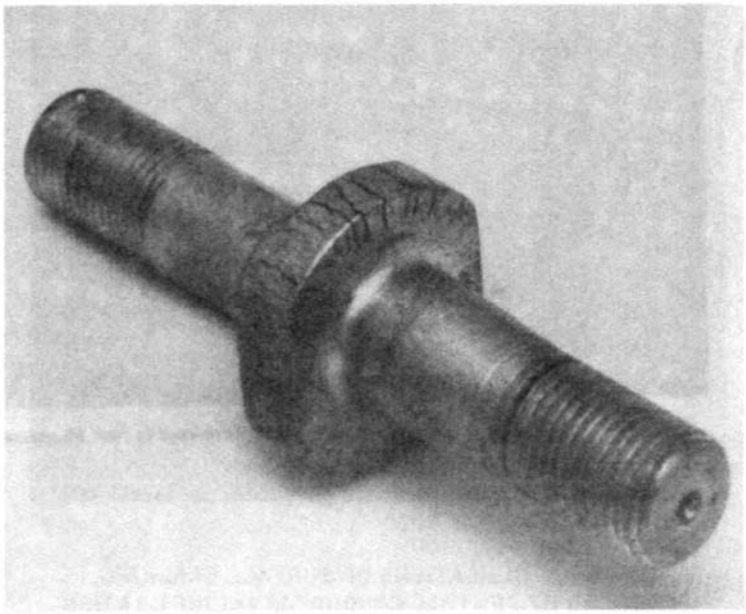


РИС. A1.9 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ КОНДУКТОРОМ, НЕПРЕРЫВНЫМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ)

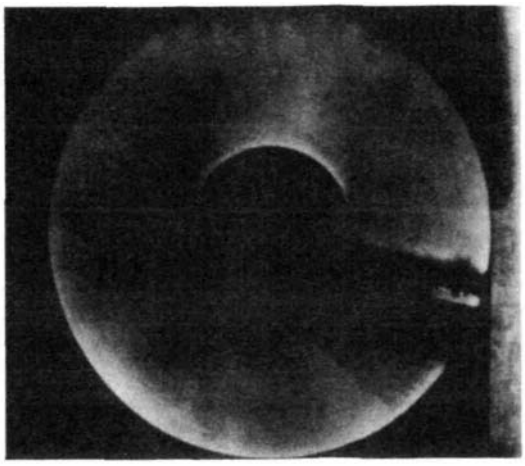


РИС. A1.10 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ КРУГОВЫМ НЕПРЯМЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

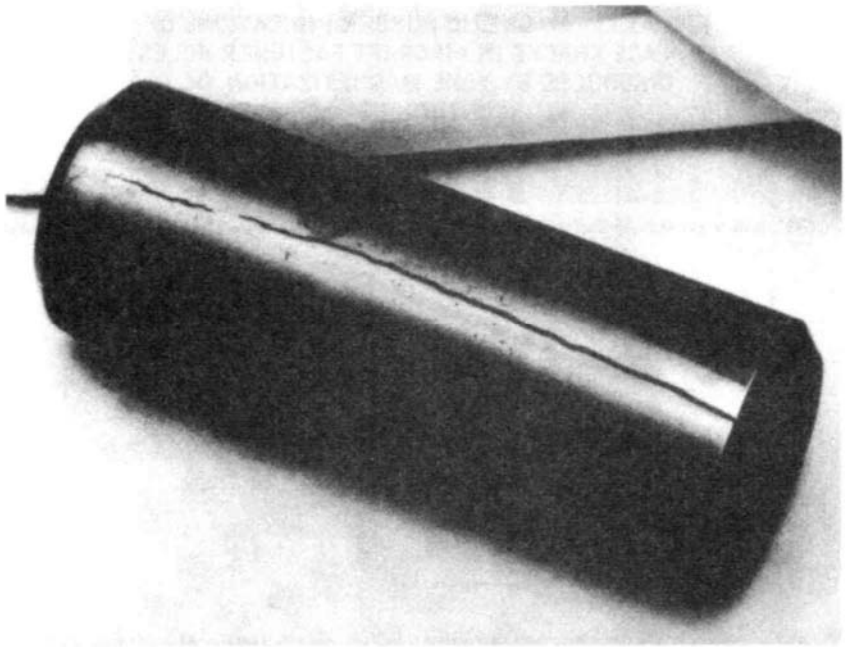


РИС. A1.11 ПОКАЗАНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ НАРУШЕНИЙ СПЛОШНОСТИ (ПОЛУЧЕННЫЕ КРУГОВЫМ ПРЯМЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

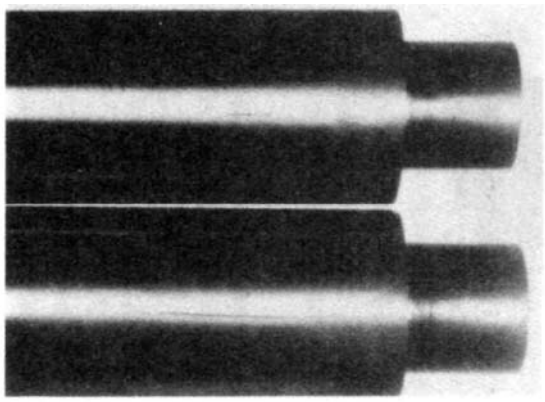


РИС. A1.12 ПОКАЗАНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ПОКАЗАНИЙ (ПОЛУЧЕННЫЕ КРУГОВЫМ ПРЯМЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

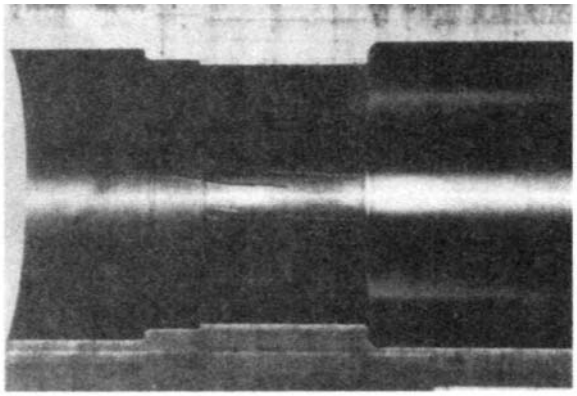


РИС. A1.13 ПОКАЗАНИЯ НА МАГНИТНОЙ РЕЗИНЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН В АВИАЦИОННЫХ ОТВЕРСТИЯХ ПОД КРЕПЕЖ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЯРМОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

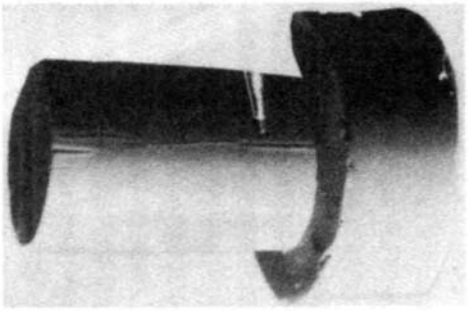


РИС. A1.14 ПОКАЗАНИЯ В МАГНИТНОЙ РЕЗИНЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН В АВИАЦИОННЫХ ОТВЕРСТИЯХ ПОД КРЕПЕЖ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЯРМОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

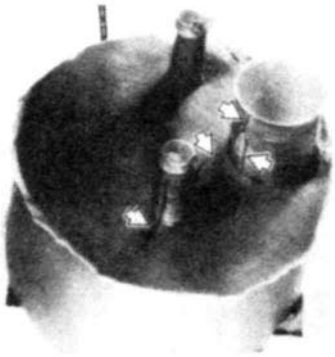


РИС. A1.15 ПОКАЗАНИЯ МАГНИТНОЙ СУСПЕНЗИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН В СВАРИВАЕМЫХ ДЕТАЛЯХ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЯРМОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

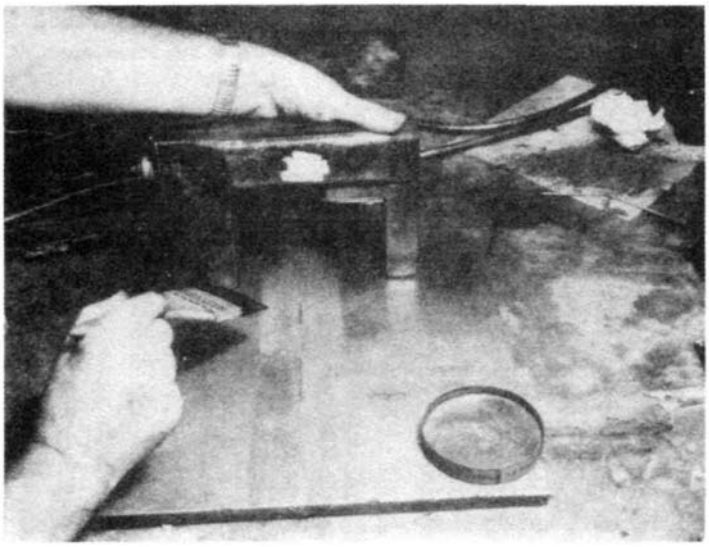


РИС. A1.16 ПОКАЗАНИЯ МАГНИТНОЙ СУСПЕНЗИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН В СВАРИВАЕМЫХ ДЕТАЛЯХ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЯРМОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

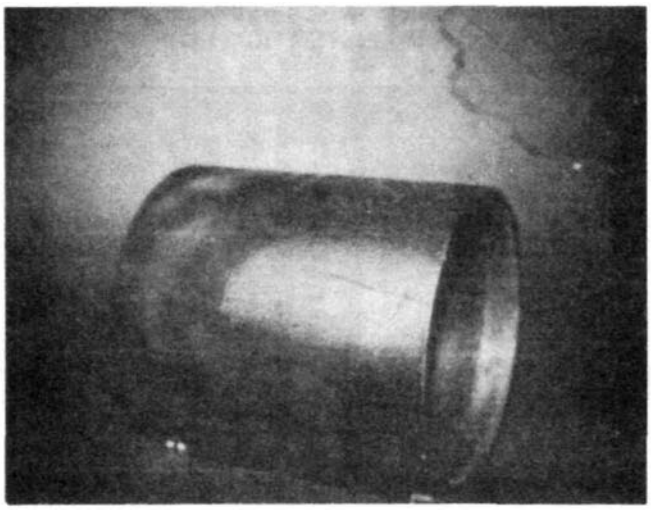


РИС. A1.17 ПОКАЗАНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО НАРУШЕНИЯ СПЛОШНОСТИ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ОДНОПОЛУПЕРИОДНЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

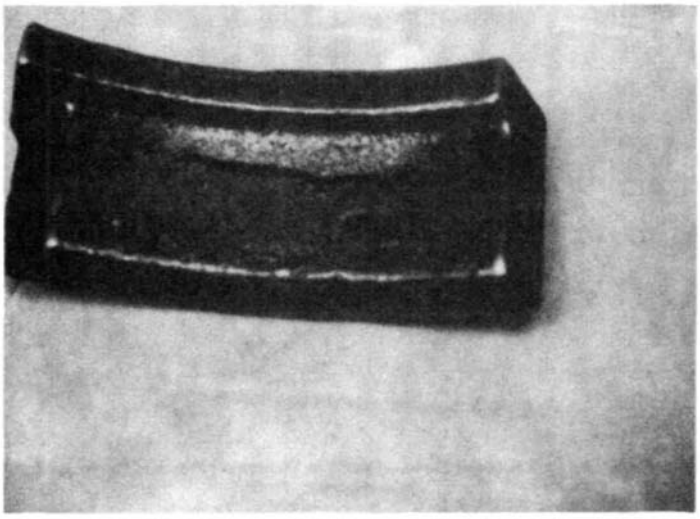


РИС. A1.18 ПОКАЗАНИЯ ПРИПОВЕРХНОСТНОГО НАРУШЕНИЯ СПЛОШНОСТИ (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ОДНОПОЛУПЕРИОДНЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

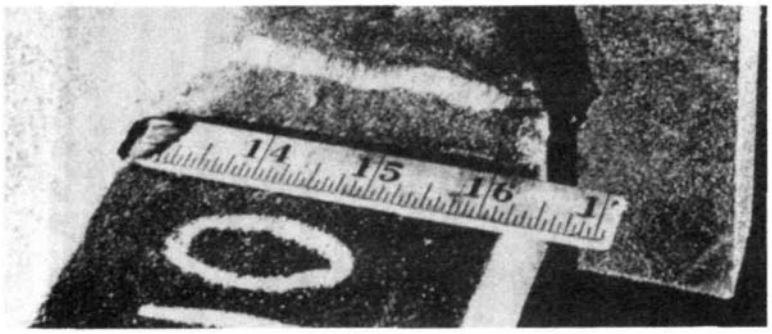


РИС. A1.19 ПОКАЗАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ КРУГОВЫМ НЕПРЯМЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

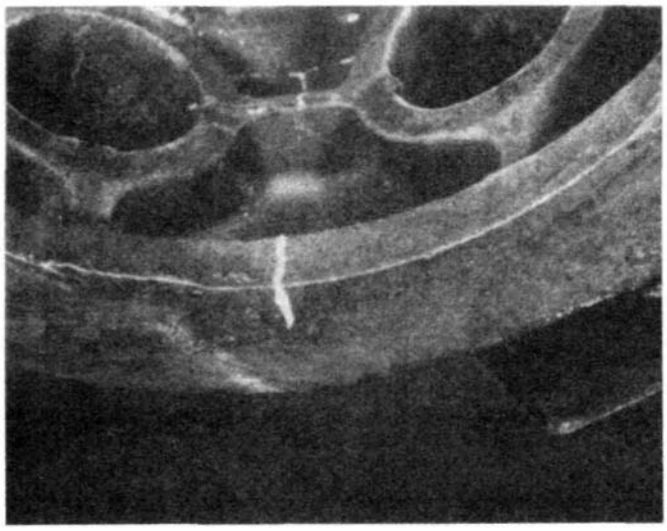


РИС. A1.20 ПОКАЗАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

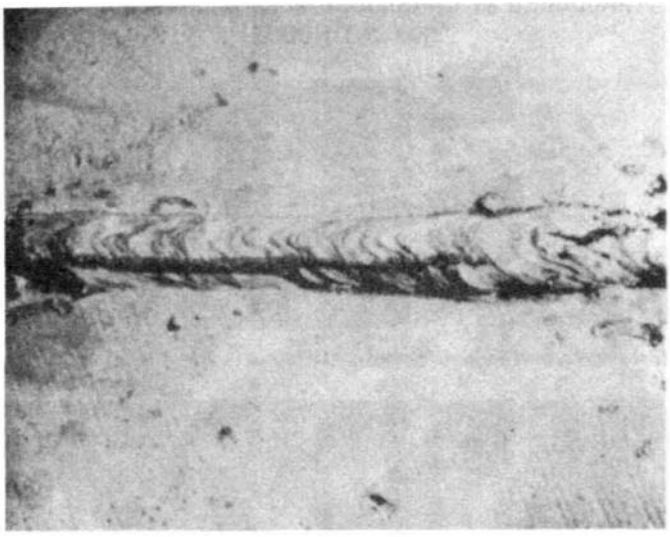


РИС. A1.21 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

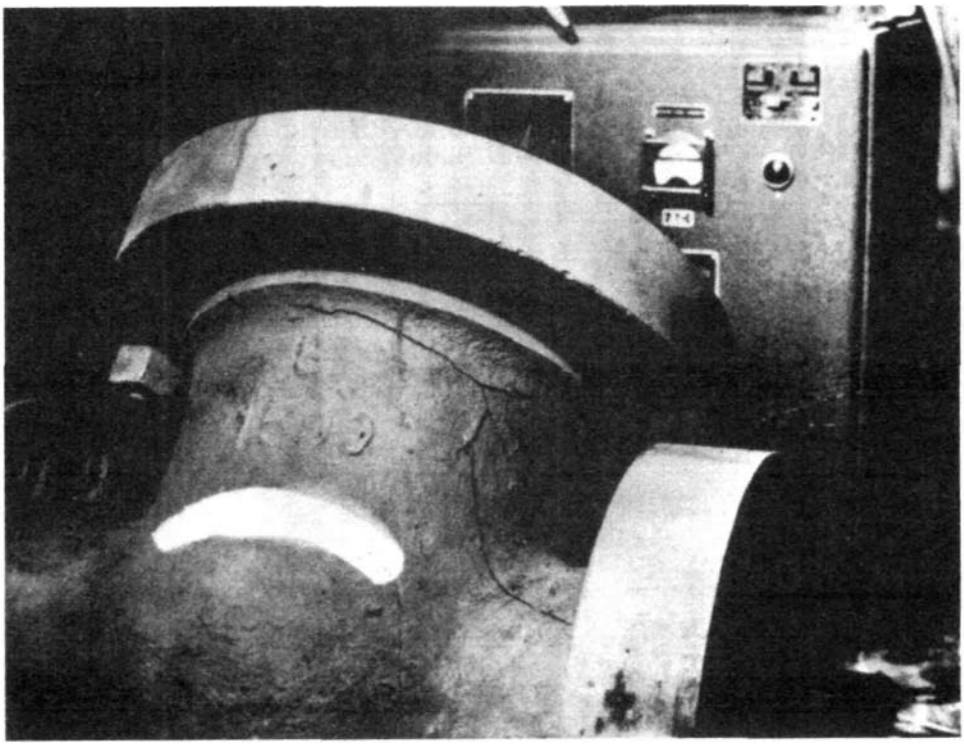


РИС. A1.22 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ КРУГОВЫМ ПРЯМЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)



РИС. A1.23 ПОКАЗАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН (ПОЛУЧЕННЫЕ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ КОНДУКТОРОМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

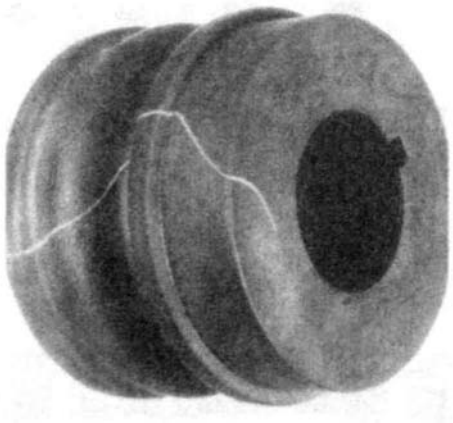


РИС. A1.24 НЕЗНАЧИМЫЕ ПОКАЗАНИЯ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ МАГНИТНЫМИ МЕТОДАМИ (ПОЛУЧЕННЫЕ ПРЯМЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

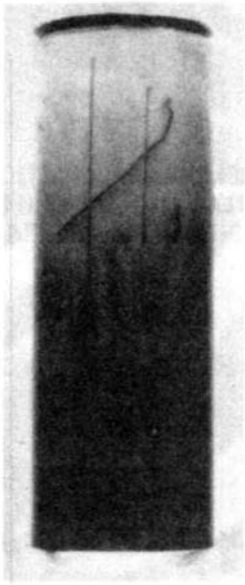


РИС. A1.25 НЕЗНАЧИМЫЕ ПОКАЗАНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЧЕНИЯ В НЕБОЛЬШОЙ ДЕТАЛИ (ПОЛУЧЕННЫЕ НЕПРЯМЫМ, КРУГОВЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ, НЕПРЕРЫВНЫЙ ПОСТОЯННЫЙ ТОК)

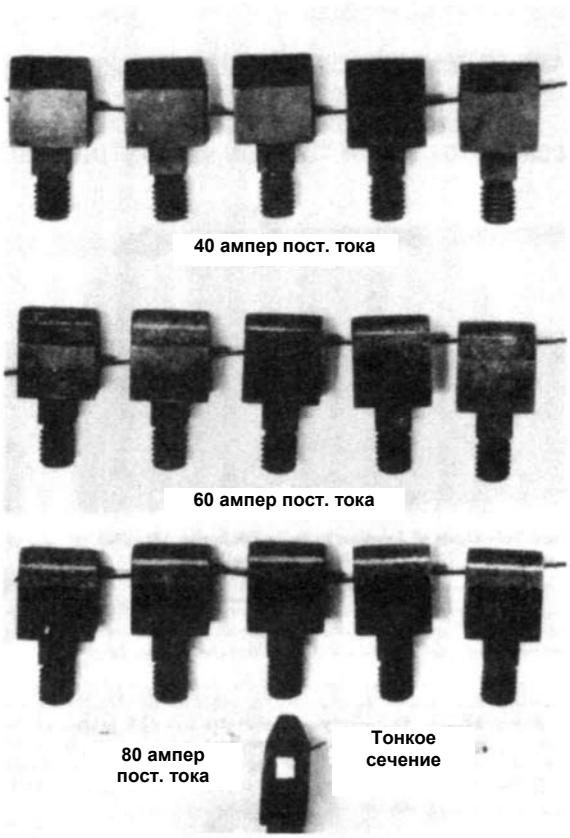
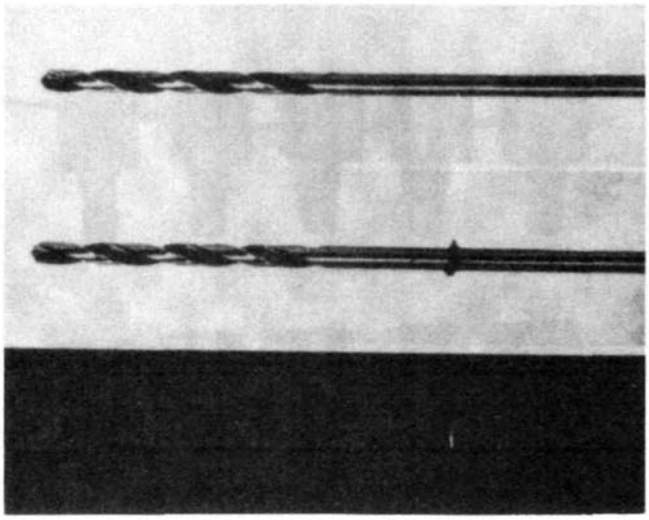


РИС. A1.26 НЕЗНАЧИМЫЕ ПОКАЗАНИЯ СОЕДИНЕНИЯ МЕЖДУ РАЗНОРОДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ (ПОЛУЧЕННЫЕ ОСТАТОЧНЫМ НАМАГНИЧИВАНИЕМ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ КАТУШКИ)



ПРИЛОЖЕНИЯ

(Необязательная информация)

X1. КОНТРОЛЬНЫЕ ОБРАЗЦЫ ТОНКИХ ПРОКЛАДОК С НАДРЕЗОМ ДЛЯ МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ СОГЛАСНО AS 5371

X1.1 Следующие стандартные тонкие прокладки с надрезом обычно используются для образования соответствующего направления поля и гарантии соответствующей напряженности поля при разработке методики магнитопорошковой дефектоскопии. Тонкие прокладки на Рис. X1.1 могут использоваться для обеспечения образования и балансирования полей в методе многонаправленного намагничивания.

X1.1.1 Тонкие прокладки существуют двух размеров: 0,002 дюйма (0,05) и 0,004 дюйма (0,10 мм). Более тонкие прокладки применяются, если более толстые прокладки не соответствуют поверхности детали на рассматриваемом участке.

X1.1.2 Тонкие прокладки существуют двух размеров: квадрат 0,75 дюйм (19 мм) на Рис. X1.1 и X1.2 и квадрат 0,79 дюймов (20 мм) на Рис. X1.3. Тонкие прокладки на Рис. X1.3 разрезаны пользователем на четыре квадратных прокладки 0,95 дюйма (10 мм) для применения в ограниченных зонах.

X1.1.3 Прокладки должны быть выполнены из низкоуглеродистой стали, AMS 5062 или подобного материала.

X1.1.4 Прокладки должны использоваться согласно AS 5371. Прокладки размещаются в нужной зоне (зонах) с надрезами, направленными к исследуемой поверхности. Для обеспечения получения соответствующих направленностей поля и напряженности используйте достаточное количество прокладок или поместите прокладки во многих зонах.

X2. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ МАТЕРИАЛОВ МАГНИТОПОРОШКОВОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

X2.1 Сфера действия

X2.1.1 Назначение данного приложения – описать характеристики и использование различных устройств, которые могут использоваться для отслеживания и оценки производительности материалов систем для магнитопорошковой дефектоскопии.

X2.2 *Карты с магнитной полосой* — Магнитная закодированная часть магнитных полос, как на картах, используемых для персональных банковских операций, удостоверения личности и других целей, может служить инструментом для оценки материалов магнитопорошковой дефектоскопии. Частицы пристают к магнитным отклонениям, сформированным при магнитном кодировании полосы с рельефом точечного перемагничивания. Кодирование полосы можно контролировать для обеспечения отклонений переменной величины. Чувствительность частиц можно оценить при наблюдении того, какое по величине отклонение может образовывать показание частиц.

X2.3 Характеристика

X2.3.1 Карты с магнитными полосами должны быть изготовлены в соответствии с ISO 7810, Удостоверения личности — Физические характеристики.

РИС. X1.1 ТОЛЩИНА ПРОКЛАДОК ДЛЯ ПРОКЛАДОК ТИПОВ 3C2-234 И 3C4-234

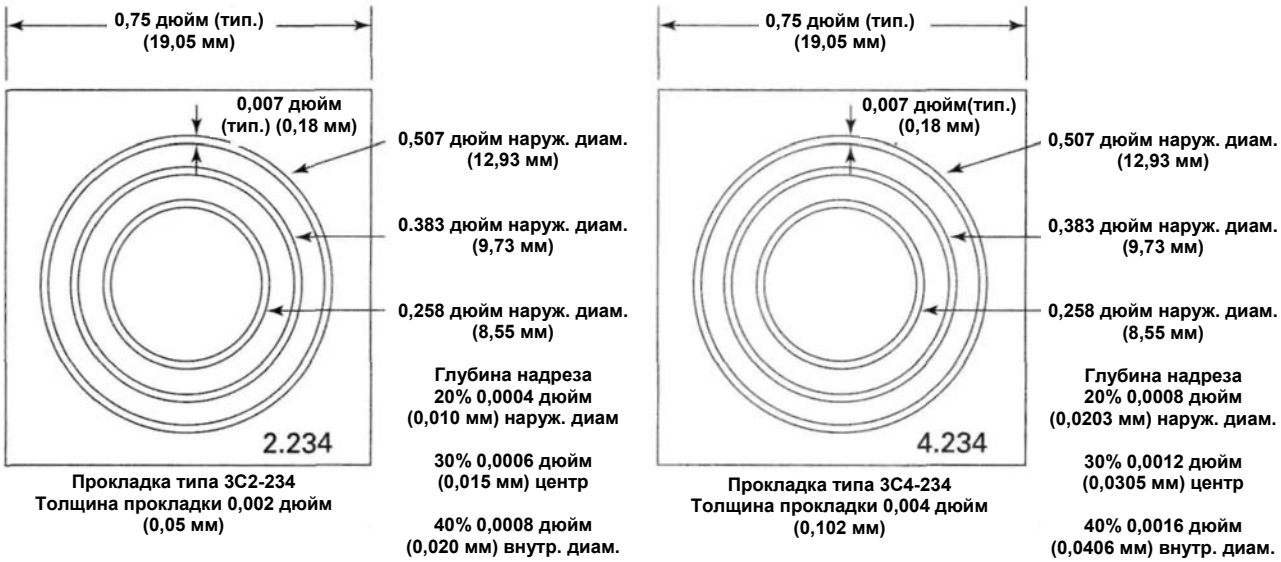


РИС. X1.2 ПРОКЛАДКИ ТИПОВ CX-230 И CX-430

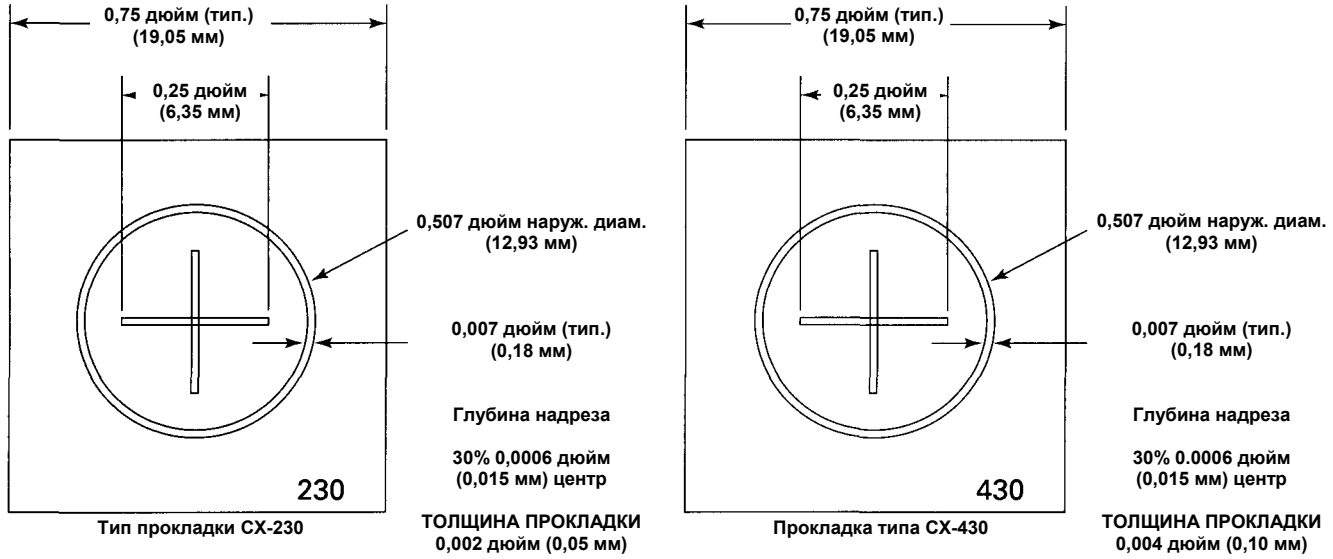
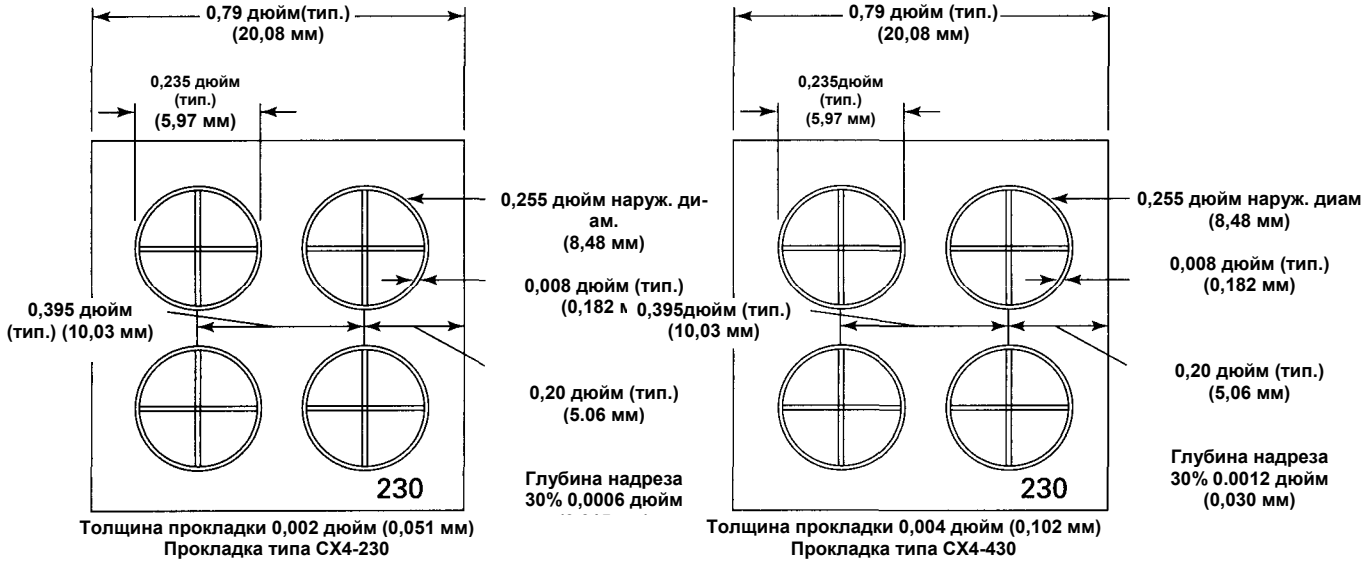


РИС. X1.3 ТОЛЩИНЫ ПРОКЛАДОК ДЛЯ ПРОКЛАДОК ТИПОВ CX4-230 И CX4-430



X2.3.2 Полоса может быть изготовлена либо из магнитно-мягкого материала (lo-co) или магнитно-твердого материала (hi-co), как определено изготовителем.

X2.3.3 На полосе могут быть закодированы постоянно закодированная часть, уменьшающаяся закодированная часть, обратно закодированная часть или другие части. См. Рис. X2.1 – фотография показаний флуоресцентных частиц уменьшающейся и обратно закодированных частей полосы.

X2.4 Использование карты с магнитной полосой для оценки материала магнитных частиц

X2.4.1 *Материалы влажного метода* — Материалы влажного метода могут наливаться, разбрызгиваться или наноситься иным способом на полосу, таким образом, как они будут использоваться при магнитопорошковой дефектоскопии. Необходимо обеспечить избыточное количество среды для стекания с полосы. Полосу необходимо обследовать при соответствующем освещении (см. Раздел 7) на предмет формирования показаний частиц. Результаты наблюдений необходимо отметить, а именно: количество показаний частиц и их четкость.

РИС. X2.1 ПРИМЕР ПОКАЗАНИЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ ЧАСТИЦ УМЕНЬШАЮЩЕЙСЯ ЗАКОДИРОВАННОЙ ЧАСТИ (ВЕРХНИЙ СЛЕД) И ОБРАТНО ЗАКОДИРОВАННОЙ ЧАСТИ (НИЖНИЙ СЛЕД) НА МАГНИТНОЙ ПОЛОСЕ МАГНИТНОЙ КАРТЫ



ПРИМЕЧАНИЕ X2.1 — Нефлуоресцентные частицы темного цвета могут быть более легко видимыми с применением белой контрастной краской, нанесенной на полосу до оценки частиц. Показания частиц также можно наблюдать и/или постоянно зафиксировать согласно Разделу 17 (пункт 17.1.2 может применяться к порошку влажного метода после того, как жидкость испарится).

X2.4.2 *Материалы сухого метода* — Материалы сухого метода должны насыпаться, распыляться, надуваться или наноситься иным способом на полосу, таким образом, как они будут использоваться при магнитопорошковой дефектоскопии. Излишек порошка необходимо аккуратно удалить сдуванием. Полосу необходимо осмотреть при соответствующем освещении (См. Раздел 7) на предмет формирования показаний частиц. Результаты наблюдений необходимо отметить в плане количества показаний частиц и их четкости. Информацию по темноокрашенным частицам см. в Примечании X2.1.

X2.4.3 *Регистрация показаний* — Зафиксированные показания частиц (См. 17.1.2) могут служить в качестве документальных отчетов по материалам и стандартов по эксплуатационным качествам материала. Другие материалы или те же материалы, но позже по времени, можно в любое время сравнить с зафиксированными стандартами.

X2.5 *Потеря показаний на полосе* — При некоторых обстоятельствах, показания на магнитной полосе могут быть невидимы. Если показания невидимы, то нельзя использовать обследуемые частицы для осмотра, если они не одобрены как допустимые.

X2.5.1 *Концентрация* — Обследуемые частицы влажного метода могут не иметь соответствующего уровня концентрации. В этом случае, увеличьте уровень концентрации среды и повторно проведите испытание, пока частицы не продемонстрируют соответствующие характеристики.

X2.5.2 *Чувствительность* — Обследуемые частицы могут не дать необходимой чувствительности. В этом случае замените материал материалом с соответствующей чувствительностью и повторно проведите испытание, пока частицы не продемонстрируют соответствующие характеристики.

X2.5.3 *Стирание* — С полосы стерли магнитную информацию. В этом случае не появятся видимых показаний частиц. В этом случае повторите испытание с другой картой и/или испытанием на чувствительность, пока частицы не продемонстрируют соответствующие характеристики. Либо уничтожьте карту с раскодированной полосой, либо направьте отчет изготовителю и следуйте его рекомендациям.

X2.6 Меры предосторожности

X2.6.1 *Подготовка* — На поверхности полосы не должно быть какой-либо жидкости или посторонних веществ до нанесения материала магнитопорошковой дефектоскопии. Закодированная полоса не должна повторно намагничиваться любым способом до использования или размагничиваться любым способом после ее использования.

X2.6.2 *Хранение* — Поверхность полосы должна быть очищена от оставшейся жидкости и частиц после того, как материал магнитопорошковой дефектоскопии осмотрен. Если карта не используется, она должна храниться вдали от чрезмерного тепла и сильных магнитный полей.

СТАТЬЯ 26
СТАНДАРТЫ ПО ВИХРЕВОМУ ТОКУ

ОБЩЕПРИНЯТАЯ МЕТОДИКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО (ВИХРЕТОКОВОГО) КОНТРОЛЯ ТРУБ ИЗ МЕДИ И МЕДНЫХ СПЛАВОВ

SE-243

07

[Аналогичен спецификации ASTM E 243-97 (R2004)]

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика рассматривает процедуры, которым нужно следовать при контроле медных труб и труб из медных сплавов посредством вихревых токов для выявления несплошностей, которые могут стать причиной разрушения трубы. Данные методики применяются для труб с наружным диаметром до *3 3/8 дюймов* (79,4 мм) включительно и толщиной стенки от 0,017 дюймов (0,432 мм) до 0,120 дюймов (3,04 мм) включительно, или как иначе указано в спецификации ASTM на изделие или другими пользователями настоящего метода. Данные методики могут использоваться для труб, размеры которых выходят за пределы рекомендуемых диапазонов, по контрактному соглашению между заказчиком и изготовителем.

1.2 Процедуры, описанные в настоящем методе, основаны на методах, использующих дефектоскопы с проходными датчиками (в виде катушек индуктивности, внутри которых помещают изделие).

1.3 Значения, указанные в единицах дюйм-фунт считаются стандартными.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — настоящий метод может использоваться в качестве руководства для дефектоскопии, посредством систем контроля накладными датчиками (катушками индуктивности, которые вкладываются в изделие), установок с применением трубчатых изделий, у которых наружный диаметр трубы недоступен. В подобных случаях применения должны учитываться различия в технических аспектах, связанные с использованием накладных датчиков. Влияние инородных материалов на поверхности трубы и сигналы, вызванные опорами труб, являются типичными среди факторов, которые необходимо принимать во внимание.

1.4 *Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем, касающихся техники безопасности и охраны труда, при их наличии, которые связаны с его применением. Пользователь стандарта несет ответственность за внедрение соответствующей практики по охране труда и технике безопасности. До начала использования стандарта он должен определиться с применением ограничений, налагаемых нормативно-технической документацией.*

2. НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

Bill Specification for Copper and Copper-Alloy Seamless Condenser Tubes and Ferrule Stock (спецификация на бесшовные конденсаторные трубки и заготовки под соединительные муфты из меди и медных сплавов)

B 395 Specification for U-Bend Seamless Copper and Copper-Alloy Heat Exchanger and Condenser Tubes (Спецификация на бесшовные U-образные трубки для теплообменников и конденсаторов из меди и медных сплавов)

B 543 Specification for Welded Copper and Copper-Alloy Heat Exchanger Tube (Спецификация на сварные трубки для теплообменников из меди и медных сплавов)

E 543 Practice for Evaluating Agencies That Perform Nondestructive Testing (Методика для оценивающих организаций, выполняющих неразрушающие испытания)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология неразрушающих испытаний)

2.2 *Другие документы:*

SNT-TC-1A Recommended Practice for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification (Методические рекомендации по аттестации и сертификации персонала, проводящего неразрушающие испытания)

ANSI/ASNT CP-189 ASNT Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel (Стандарт по аттестации и сертификации персонала, проводящего неразрушающие испытания)

NAS-410 NAS Certification and Qualification of Nondestructive Personnel (Quality Assurance Committee) (Сертификация и аттестация персонала, проводящего неразрушающие испытания (комитет по обеспечению качества)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 Определения терминов, характерных для настоящего стандарта

3.1.1 Следующим терминам даны определения в отношении настоящего стандарта.

3.1.1.1 Контрольный образец с искусственной несплошностью – образец, состоящий из отобранной трубки с определенными искусственными несплошностями, используемый при настройке системы токовихревого контроля с целью получения от системы некоторых заданных уровней выходного сигнала. Настоящий стандарт может использоваться для периодической проверки приборов в процессе проведения контроля.

3.1.1.2 образец для калибровки по проценту от максимального разбаланса — метод калибровки, который может использоваться с приборами, нечувствительными к скорости (см. 3.1.1.4). Приемочный уровень контроля устанавливается при рабочей испытательной частоте, как точная доля сигнала максимального разбаланса вследствие концевого эффекта трубы. В качестве данного образца могут быть использованы любые малошумные трубы массового производства с плоскими торцами. Настоящий образец может использоваться для периодической проверки приборов в процессе проведения контроля.

3.1.1.3 Электрический центр — центр, образованный распределением электромагнитного поля в пределах испытательной катушки индуктивности. Сигнал постоянной интенсивности, независимо от местоположения несплошности по окружности, указывает на электрический центр. Электрический центр может не совпадать с физическим центром катушки.

3.1.1.4 Оборудование, чувствительное к скорости — оборудование для контроля, которое вызывает изменения в ответном сигнале при изменении скорости контроля. Оборудование, нечувствительное к скорости, обеспечивает постоянный выходной сигнал при изменении скорости контроля.

3.1.1.5 *Автономный контроль* — токовихревой контроль, проводимый на оборудовании, которое включает в себя испытательную катушку и средства для продвижения отдельных исследуемых труб внутри всей катушки при соответствующей скорости и условиях.

3.1.1.6 *Контроль в режиме реального времени* — токовихревой контроль, проводимый на оборудовании, которое включает в себя испытательную катушку и средства для продвижения отдельных исследуемых труб внутри всей катушки при соответствующей скорости и условиях, которое является неотъемлемой частью непрерывного процесса изготовления труб.

3.2 *Определение терминов* — определения терминов, которые используются при неразрушающем контроле в целом см. в документе Терминология E 1316.

4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ

4.1 Контроль обычно проводится при прохождении трубы по всей длине сквозь катушку, по которой идет переменный ток с одной или более частотой. Полное сопротивление катушки меняется в зависимости от близости трубы, габаритов трубы, электропроводности и магнитной проницаемости материала трубы и наличия в трубе несплошностей металлургического или механического происхождения. Во время прохождения трубы изменения в характере вторичного электромагнитного поля, вызванные данными параметрами трубы, создают электрические сигналы, которые обрабатываются таким образом, чтобы привести в действие звуковые или визуальные устройства сигнализации или механический маркировщик, который выполняет запись.

5. ЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

5.1 Токовихревой контроль представляет собой неразрушающий метод обнаружения несплошностей в изделии. Сигналы могут быть вызваны несплошностями, расположенными либо на наружной, либо на внутренней поверхности трубы или несплошностями, полностью находящимися в стенках. Так как плотность вихревых токов уменьшается примерно экспоненциально с увеличением расстояние от наружной поверхности, ответный сигнал от дефектов, расположенных глубоко, снижается.

5.2 Некоторые индикаторные следы, полученные по данному методу, могут не иметь отношения к качеству изделия; например, сигнал отбраковки может быть вызван незначительными вмятинами или следами от вибрации инструмента, которые не оказывают вредного воздействия на эксплуатацию изделие. Незначимые индикаторные следы могут скрывать недопустимые несплошности. Значимые индикаторными следами являются те, которые получаются вследствие недопустимых несплошностей. Все индикаторные следы, превышающие уровень отбраковки, которые принимаются за незначимые, должны считаться недопустимыми до тех пор, пока посредством повторного контроля или другим способом не будет доказано, что они являются незначимыми (см. 10.3.2).

5.3 Системы токовихревого контроля обычно нечувствительны к несплошностям, место расположение которых рядом с торцом трубы (концевой эффект). Токовихревой контроль в режиме реального времени не подвергается воздействию концевого эффекта.

5.4 Несплошности, такие как царапины или швы, которые являются непрерывными и однородными по всей длине трубы, не всегда могут быть выявлены.

6. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ

6.1 *Квалификация персонала* — персонал, проводящий неразрушающий контроль, (НРК) должен быть аттестован согласно общепризнанной государственной методике аттестации персонала, проводящего НРК или согласно стандарту ANSI/ASNT CP-189, SNT-TC-1A, MIL-STD-410, NAS-410, или аналогичному документу. Используемая методика или стандарт и его применимые редакции должны быть указаны в спецификации на закупку или в контрактном соглашении между сторонами.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — MIL-STD-410 отменен и заменен NAS-410, однако, он может использоваться по соглашению сторон.

6.2 *Сертификация организаций, проводящих НРК* — если указано в спецификации на закупку или в контрактном соглашении, организации, проводящие НРК, должны оцениваться и сертифицироваться, как описано в Методике E 543. Применимое издание Методики E 543 должно быть указано в спецификации на закупку или в контрактном соглашении сторон.

7. АППАРАТУРА

7.1 *Электронная аппаратура* — электронная аппаратура должна быть способна подавать в испытательную катушку индуктивности переменный ток соответствующей частоты (например, от 1 кГц до 125 кГц), она должна быть чувствительной к изменениям характера вторичного электромагнитного поля катушек. Вызванные при этом электрические сигналы обрабатываются таким образом, чтобы активировать звуковое и световое сигнальное устройство или механический отметчик, производящий запись.

7.2 *Испытательные катушки* — испытательные катушки должны быть способны наводить ток в трубе, они должны быть чувствительными к изменениям электрических параметров трубы. Диаметр испытательной катушки выбирается с целью получения наибольшего практического коэффициента заполнения.

7.3 *Приводной механизм* — механическое средство, предназначенное для продвижения трубы сквозь испытательную катушку при минимальной вибрации испытательной катушки или трубы. Прибор должен удерживать трубу практически концентрично с электрическим центром испытательной катушки. Должна обеспечиваться равномерная скорость перемещения (максимальное отклонение скорости ±5,0%).

7.4 *Устройство подавления конечного эффекта* — средство, способное подавлять сигналы, вызванные на концах трубы. В спецификациях ASTM на конкретное изделие должно быть указано, когда прибор подавления концевого эффекта является обязательным.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — сигналы, расположенные рядом с концами трубы, могут продолжаться за пределами подавления концевого эффекта. См. 9.5.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ОБРАЗЦЫ

8.1 *Контрольный образец с искусственной несплошностью:*

8.1.1 Труба, использованная при регулировке чувствительности аппаратуры, должна выбираться из продукции массового производства и должна быть характерной для заказа, выполненного заказчиком. Трубы должны быть пропущены через испытательную катушку с чувствительностью приборов, достаточной для выявления номинального фонового шума, присущего трубам. Контрольный образец должен выбираться из труб, имеющих низкий фоновый шум. Для токовихревого контроля в режиме реального времени контрольный образец создается из части трубы, находящейся в непрерывном цикле производства или в других формах, как допускает спецификация на изделие.

8.1.2 Искусственные несплошности должны располагаться с интервалом, обеспечивающим разрешение сигнала, подходящее для расшифровки. Искусственные несплошности должны быть выполнены согласно одному из следующих вариантов:

(a) поперечный надрез с круглым дном снаружи трубы в каждой из трех последовательных перпендикулярных плоскостях под углами 0º, 120º, и 240° (Рис. 1).

(b) отверстие, просверленное радиально сквозь стенку трубы в каждой из трех последовательных плоскостях под углами 0º, 120º, и 240° (Рис. 2).

(c) Один поперечный надрез *с* круглым дном снаружи трубы под углом 0° и другой под углом 180°, и одно отверстие, просверленное сквозь стенку радиально под углом 90° и другое под углом 270°. В каждой поперечной плоскости должен быть выполнен только один надрез или отверстие (Рис. 3).

(d) четыре поперечных надреза *с* круглым дном снаружи трубы, все на одном и том же элементе трубы (Рис. 4).

(e) четыре отверстия, просверленные радиально сквозь стенку трубы, все на одном и том же элементе трубы (Рис. 5).

8.1.2.1 ***П****оперечный надрез с круглым дном* — надрез должен быть выполнен с использованием соответствующего патрона с прямым круглым напильником № 4 диаметром 0,250 дюйма (6,35-мм). На наружную поверхность трубы должны быть нанесены надрезы прямыми линиями, перпендикулярные оси трубы. Глубина надреза должна быть выполнена согласно спецификации ASTM на изделие или Приложению XI, если в спецификации на изделие глубина не указана, при этом отклонение фактической глубины при измерении в центре надреза не должна быть более ±0,0005 дюйма (±0,013 мм) от значения указанного в Таблице XI. 1.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Таблицы XI.1 и XI.2 должны использоваться для приемки или отбраковки материалов.

8.1.2.2 *Просверленные отверстия* — отверстие должно быть просверлено радиально сквозь стенку с использованием соответствующего кондуктора, который имеет втулку для направления сверла, следует избегать деформации трубы во время сверления. Диаметр просверленного отверстия должен быть выполнен согласно спецификации ASTM на изделие или Приложению XI, если в спецификации на изделие диаметр не указан, при этом отклонение фактического диаметра от указанного диаметра отверстия (см. Таблицу XI.2) (Примечание 3) не должно быть более +0,001, -0,000 дюймов (+0,026 мм).

8.1.2.3 *Другие искусственные несплошности* — несплошности других очертаний могут использоваться в контрольном образце по обоюдному согласию поставщика и заказчика.

8.2 образец для калибровки по проценту от максимального разбаланса — данный метод калибровки должен использоваться только с оборудованием, нечувствительным к скорости, и оборудованием, специально предназначенным или адаптированным для данного метода калибровки. Максимальный разбаланс дифференциальных катушек достигается путем размещения прямого торца трубы только в одной из дифференциальных катушек и использованием точно выставленного аттенюатора для достижения (100%) максимального сигнала разбаланса. Процент максимального сигнала разбаланса должен определять границы допуска при конкретной рабочей частоте, при этом данный процент должен определяется по спецификации ASTM на изделие.

8.3 *Другие контрольные образцы* — другие контрольные образцы могут использоваться при согласовании поставщиком и заказчиком.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — искусственные несплошности и процент максимального разбаланса не предназначены для того, чтобы представлять собой естественные несплошности или обеспечивать прямую взаимосвязь между выходным сигналом прибора и величиной несплошности; они рассчитаны только на установление уровней чувствительности согласно Разделу 9. Взаимосвязь между выходным сигналом прибора и размером, формой и расположением несплошности является важным фактором и должна быть установлена отдельно, особенно в отношении испытательной частоте.

9. РЕГУЛИРОВКА И КАЛИБРОВКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АППАРАТУРЫ

9.1 Изготовитель труб должен выбрать оборудование, контрольный образец и параметры контроля, соответствующие

РИС. 1 КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ С ТРЕМЯ НАДРЕЗАМИ

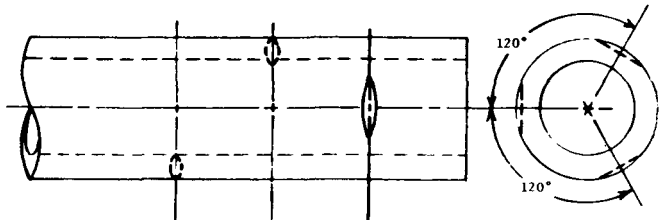


РИС. 2 КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ С ТРЕМЯ ОТВЕРСТИЯМИ

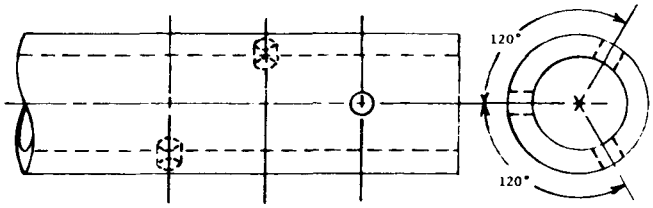
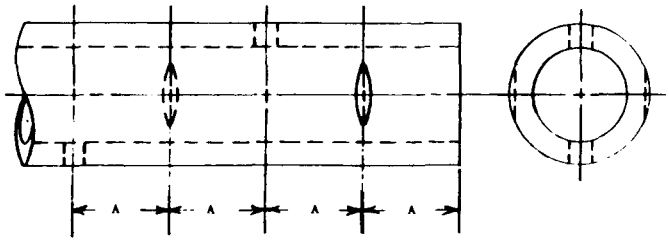
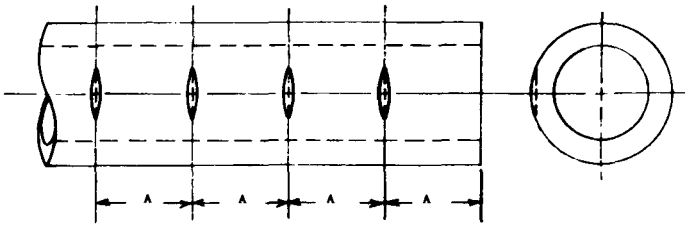


РИС. 3 КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ С ДВУМЯ НАДРЕЗАМИ И ДВУМЯ ОТВЕРСТИЯМИ



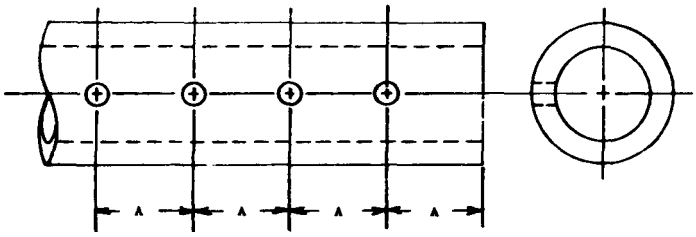
ПРИМЕЧАНИЕ: A=расстояние, дающее разрешения сигнала, подходящее для расшифровки.

РИС. 4 КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ С ЧЕТЫРЬМЯ НАДРЕЗАМИ ПО ЛИНИИ



ПРИМЕЧАНИЕ: A— расстояние дающее разрешения сигнала, подходящее для расшифровки.

РИС. 5 КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ С ЧЕТЫРЬМЯ ОТВЕРСТИЯМИ ПО ЛИНИИ



ПРИМЕЧАНИЕ: A— расстояние для обеспечения разрешения сигнала подходящего для расшифровки.

Изделием, если только изготовителем и заказчиком не согласовано иное.

9.2 При использовании контрольного образца с искусственными несплошностями, подготовленного согласно одному из пяти вариантов, настройте аппаратуру на самый низкий уровень чувствительности, требуемый для выявления следующих несплошностей:

9.2.1 Для Рисунков 1,2, и 3: всех искусственных несплошностей в образце. Скорость трубы, поддерживаемая во время калибровки, должна быть такой же, как и скорость, используемая при пробной эксплуатации

9.2.2 Для Рисунков 4 и 5: минимум две из четырех искусственных несплошностей при повороте трубы на 120°-с интервалами через 0°, 120°, и 240°, или под углом 90° с интервалами через 0°, 90°, 180, и 270° при последующих проходах. Скорость трубы, поддерживаемая во время стандартизации, должна быть такой же, как и скорость, используемая при пробной эксплуатации.

9.3 При использовании контрольного образца для калибровки по проценту от максимального разбаланса, настройте аппаратуру на процент разбаланса, требуемый в спецификации ASTM на изделие.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — Параметры регулировки чувствительности обычно обозначаются произвольными числами на панели управления испытательных приборов. Данные цифровые параметры у приборов разных установки отличаются. Поэтому нельзя переносить цифровые параметры с одного прибора на другой, если только не используется контрольный образец для калибровки по проценту от максимального разбаланса. Даже среди приборов одной модели и от одного и того же изготовителя, параметры регулировки чувствительности могут отличаться. Чрезмерное внимание к числовому значению параметров регулировки чувствительности не оправданно и не должно использоваться, если нет точной ссылки на сигнал максимального разбаланса.

9.4 Отбракуйте и замените трубу, используемую в качестве контрольного образца, если вследствие механического, металлургического или другого повреждения образца вырабатываются ложные сигналы.

9.5 Определите длину отрезков труб, требующих подавления сигналов вследствие концевого эффекта путем выбора трубы с низкими фоновыми шумами и выполнением серии контрольных отверстий или надрезов на расстоянии 0,5 дюйма (12,7 мм) рядом с концом данной трубы. Пропустите трубу через испытательную катушку на скорости контроля, принятой при производстве, сначала концом с искусственной несплошностью вперед, потом концом с искусственной несплошностью назад. Определите расстояние от конца трубы, на котором ответный сигнал от следующих друг за другом несплошностей является одинаковым при помощи регистрирующего устройства, такого как перьевой самописец или запоминающий осциллограф. Используйте метод подавления сигнала (обычно используются фотореле, механические переключатели или бесконтактные приборы) для обеспечения контроля только когда отрезок трубы, дающий одинаковые сигналы находится внутри испытательной катушки. Участок трубы, проходящий через испытательную катушку во время подавления концевого эффекта, согласно 9.2 или 9.3, не проверяется.

9.5.1 В качестве варианта к 9.5, когда регистрирующее устройство отсутствует, отрезок трубы, требующий подавления концевого эффекта, может быть определен посредством выбора трубы с низким фоновым шумом и выполнением контрольного отверстия или надреза на 6 - 8 дюймах (152 - 203 мм) от конца трубы. Пропустите трубу через испытательную катушку на скорости контроля, принятой при производстве, сначала концом с искусственной несплошностью вперед, потом концом с искусственной несплошностью назад. Если искусственные несплошности не выявлены, необходимо сделать другие искусственные несплошности на большем расстоянии от конца. Если они выявлены, отрезайте по 0,5 дюйма (12,7 мм) от конца трубы до тех пор, пока искусственная несплошность не будет больше выявляться. Наименьшее расстояние от конца трубы, на котором может быть выявлена искусственная несплошность, представляет собой отрезок трубы, который требует подавления сигнала концевого эффекта.

10. МЕТОДИКА

10.1 В начале пробной эксплуатации совместите ось трубы и электрический центр испытательной катушки. Изготовитель труб может использовать контрольный образец с искусственной несплошностью или подготовить отдельную трубу для данной цели согласно 8.1 и 8.2. Пропустите трубу через систему контроля и механическим способом отрегулируйте ее положение в испытательной катушке таким образом, чтобы выполнить требования пункта 9.2.

10.2 Выполняйте калибровку систему контроля в начале пробной эксплуатации и периодически (например, каждые 2 часа непрерывной работы) или при ненадлежащем функционировании системы.

10.3 Пропустите трубы через систему контроля, откалиброванную как описано в Разделе 9.

10.3.1 Принимаются те трубы, которые вырабатывают выходные сигналы, соответствующие пределам в используемой спецификации ASTM на изделие.

10.3.2 Трубы, которые дают выходной сигнал выходящий за пределы, указанные в используемой спецификации ASTM на изделие, могут по выбору изготовителя, быть отделены для повторного контроля (см. 5.2). По результатам повторного контроля, годными считаются трубы, выходные сигналы от которых находятся в допустимых пределах (10.3.1) или по результатам других повторных видов контроля признаны незначимыми.

10.4 Трубы в готовых отрезках могут быть проверены после окончательного отжига или термообработки или в готовых отрезках перед окончательным отжигом или термообработкой, если поставщиком и заказчиком не согласовано иначе.

11. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

11.1 электромагнитное (токовихревое) испытание; НРК; неразрушающие испытания; медь; трубы

ПРИЛОЖЕНИЕ

(НЕОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ)

X1. ТАБЛИЦЫ

ТАБЛИЦА X1.1
ГЛУБИНА НАДРЕЗА

Толщина стенки трубы, дюймы	Наружный диаметр трубы, дюймы			Толщина стенки трубы, мм	Наружный диаметр трубы, мм		
	Более 1/4 - 3/4, вкл	Более 3/4 - 1 1/4, вкл.	Более 1 1/4 - 3 1/8, вкл.		Более 6 - 19, вкл.	Более 19 - 32, вкл.	Более 32 - 79, вкл.
Более 0,017-0,032	0,005	0,006	0,007	Более 0,43-0,61	0,13	0,15	0,18
Вкл, 0,032-0,049	0,006	0,006	0,0075	Вкл, 0,81-1,3	0,15	0,15	0,19
Вкл, 0,049-0,083	0,007	0,0075	0,008	Вкл, 1,3-2,1	0,18	0,19	0,20
Вкл, 0,083-0,109	0,0075	0,0085	0,0095	Вкл, 2,1-2,8	0,19	0,22	0,24
Вкл, 0,109-0,120	0,009	0,009	0,011	Вкл, 2,8-3,0	0,23	0,23	0,28

ТАБЛИЦА X1,2
ДИАМЕТР ПРОСВЕРЛЕННЫХ ОТВЕРСТИЙ

Наружный диаметр трубы		Диаметр просверленного отверстия		№ сверла
дюймы	мм	дюймы	мм	
1/4 - 3/4, вкл,	6,0 - 19,0, вкл,	0,025	0,635	72
Более 3/4 - 1, вкл,	Более 19,0 - 25, вкл,	0,031	0,785	68
Более 1 - 1 1/4 вкл,	Более 25 - 32, вкл,	0,036	0,915	64
Более 1 1/4 - 1 1/2, вкл,	Более 32 - 38, вкл,	0,042	1,07	58
Более 1 1/2 - 1 3/4, вкл,	Более 38 - 45, вкл,	0,046	1,17	56
Более 1 3/4 - 2, вкл,	Более 45 - 50, вкл,	0,052	1,32	55

ОБЩЕПРИЗНАННАЯ МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ТРУБОК ТЕПЛООБМЕННИКОВ НА МЕСТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО НАВЕДЕНИЯ ПОЛЯ

A08

SE-2096

(Аналогичен спецификации ASTM E 2096-05.)

1. Область применения

1.1 Настоящий документ описывает методики, которые должны соблюдаться при контроле трубок методами дистанционного наведения поля смонтированных ферромагнитных трубок теплообменников с целью обнаружения базовых несплошностей и несплошностей, возникших в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика рассчитана на контроль ферромагнитных труб с наружным диаметром от 0,500 до 2,000 дюймов (12,70 – 50,80 мм), с толщиной стенки от 0,028 до 0,134 дюймов (0,71 – 3,40 мм).

1.3 Настоящая методика не устанавливает критерий допуска труб; критерий допуска должен быть установлен сторонами, использующими данный метод.

1.4 Значения, указанные либо в единицах дюйм-фунт, либо в единицах системы СИ, должны считаться стандартными. Значения, указанные в каждой системе, могут не быть точными эквивалентами; поэтому каждая система должна использоваться независимо друг от друга. Сочетание значений из двух систем может привести к несоответствию со стандартом.

1.5 *Целью настоящего стандарта не является рассмотрение всех проблем, касающихся техники безопасности и охраны труда, при их наличии, которые связаны с его применением. Пользователь стандарта несет ответственность за внедрение соответствующей практики по охране труда и технике безопасности. До начала использования стандарта он должен определиться с применением ограничений, налагаемых нормативно-технической документацией.*

2. Нормативно-справочные документы

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 543 Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing (Методика для организаций, проводящих неразрушающие испытания)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология неразрушающих испытаний)

2.2 *Другие документы:*

ASNT SNT-TC-1A Recommended Practice for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification (Общепринятая методика аттестации и сертификации персонала, проводящего неразрушающие испытания)

Can CGSB-48.9712-95 Qualification of Nondestructive Testing Personnel, Natural Resources Canada (Аттестация персонала, проводящего неразрушающие испытания, Природные ресурсы, Канада)

3. Терминология

3.1 *Общее* — определения терминов, используемых в методике можно найти в Терминологии E 1316, Раздел A, "Общие термины НРК", и Раздел C "Электромагнитные испытания".

3.2 *Определения:*

3.2.1 *датчик, сущ.* — одна или более катушек или элементов, используемых для обнаружения или измерения магнитного поля, также может называться приемником.

3.2.2 *возбудитель, сущ.*— прибор, вырабатывающий электромагнитное поле, меняющееся во времени, обычно представляет собой катушку, запитанную переменным током (ac); также может называться передатчиком.

3.2.3 *номинальная труба, сущ.* — труба или участок трубы, соответствующий техническим требованиям изготовителя труб, с соответствующими свойствами, типовыми для испытываемых труб, которые используются в качестве образцов для сравнения при расшифровке и оценке.

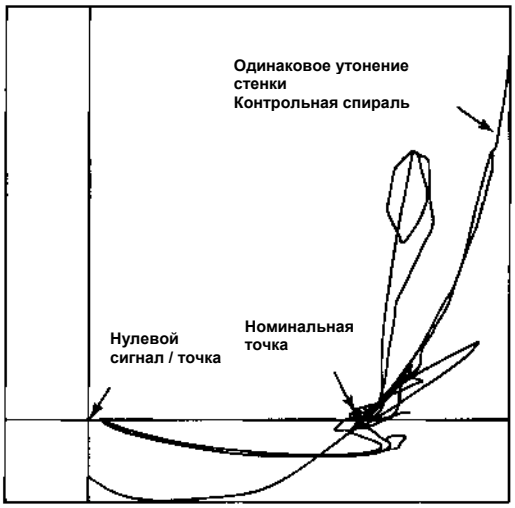
3.2.4 *дистанционно наведенное поле, сущ.*— применительно к неразрушающим испытаниям, электромагнитное поле, которое прошло через объект испытаний и наблюдаемое вне непосредственного поля возбудителя.

3.2.5 *контроль методами дистанционного наведения поля, сущ.* — метод неразрушающего контроля, при котором измеряются изменения в дистанционно наведенном поле с целью выявления и определения параметров несплошностей.

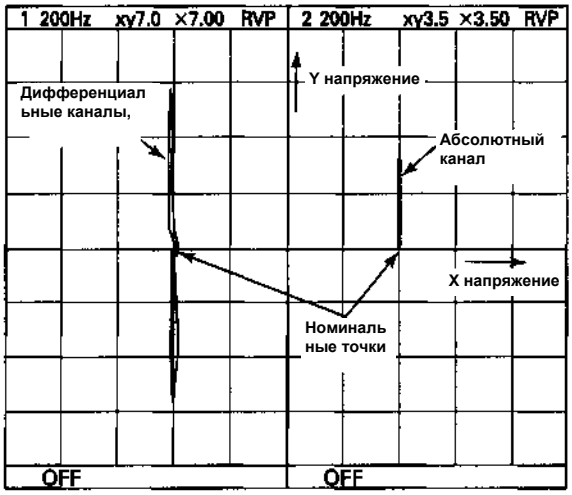
3.2.6 *стороны, применяющие метод, сущ.* — поставщик и заказчик.

3.2.6.1 *Обсуждение* — сторона, проводящая контроль называется "поставщик", а сторона, требующая проведение контроля называется "заказчик", согласно требованиям Формы и Стиля стандартов ASTM, октябрь 1999. При общепринятом использовании вне данной методики, данные стороны часто называются "оператор" и "покупатель", соответственно.

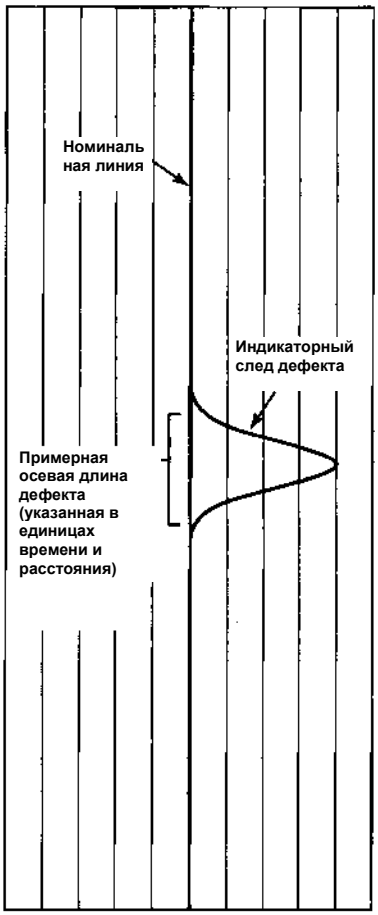
РИС. 1



(a) типовая фазоамплитудная зависимость, используемая в RFT



(b) типовая фазоамплитудная зависимость, используемая в RFT



(c) общая ленточная диаграмма с дефектом

3.3 *Определения терминов, применяемых в данном стандарте:*

3.3.1 *образец, характеризующий дефект*, сущ. — образец, используемый в дополнение к системе контрольных образцов RFT, с искусственными дефектами или дефектами, возникшими в процессе эксплуатации, используемый для характеристики дефекта.

3.3.2 *номинальная точка,* сущ. — точка на фазоамплитудной зависимости, отражающая данные по номинальной трубе.

3.3.3 фазоамплитудная зависимость, сущ. — двухмерное представление выходного напряжения датчика, под углом, отражающим фазу относительно контрольного сигнала и с радиусом, характеризующим амплитуду [Рис. 1, эскизы (a) и (b)].

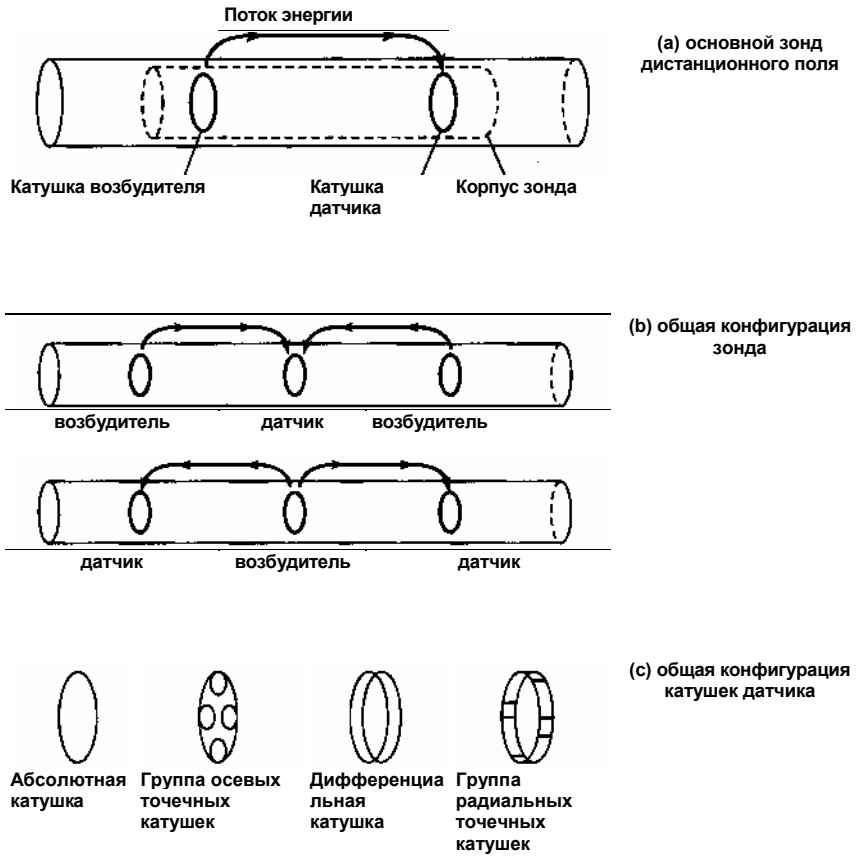
3.3.3.1 *Обсуждение* — в данной методике необходимо обращать внимание на использование термина "фазовый угол" (и "фаза") при ссылке на угловой эквивалент смещения времени, как определено в Терминологии E 1316. Когда угол не обязательно характеризует время, используется общий термин "угол индикаторного следа на фазоамплитудной зависимости".

3.3.4 *Система RFT,* сущ. — электронные приборы, зонды и все связанные с ними элементы и кабели, необходимые для проведения RFT.

3.3.5 *Контрольный образец системы RFT*, сущ. — контрольный образец с определенными искусственными дефектами, используемый для настройки и калибровки системы дистанционного поля и для отображения чувствительности выявления дефектов.

3.3.6 *частота выборки* — частота, с которой данные оцифровываются для изображения на дисплее, в точки данных на секунду.

РИС. 2 ЗОНДЫ RFT



Общее примечание: стрелки указывают на поток электромагнитной энергии от возбудителя к датчику. Поток энергии перпендикулярен линиям магнитной индукции

3.3.7 *ленточная диаграмма, сущ.* — диаграмма, показывающая координаты, взятые по точкам на фазоамплитудной кривой, в зависимости от времени или положения оси [Рис. 1, эскиз (c)].

3.3.8 *нулевая точка, сущ.*— точка на фазоамплитудной кривой, соответствующая выходному напряжению датчика, равному нулю.

3.3.8.1 *обсуждение* — данные на фазоамплитудной кривой указаны относительно нулевой точки. Нулевая точка не совпадает с номинальной точкой, если только датчик не установлен на нулевой выходной сигнал в номинальной трубе. Угол индикаторного следа дефекта измерен относительно номинальной точки.

3.4 *Аббревиатура:*

3.4.1 *RFT, сущ.* - контроль методом дистанционного наведения поля

4 Краткое описание методик

4.1 Данные RFT собираются посредством пропускания зонда сквозь каждую трубу. На электромагнитное поле, прошедшее от возбудителя к датчику, оказывают влияние дефекты; габариты и электромагнитные свойства трубы; и объекты внутри трубы и около нее, являющиеся ферромагнитными или проводящими. Чувствительность системы проверяется путем использования контрольного образца системы RFT. Чувствительность системы и ее параметры проверяются и регистрируются перед контролем и через определенные интервалы во время него. Данные системы и ее параметры фиксируются, таким образом, который позволяет получать и затем обращаться ко всем данным системы и ее параметрам для каждой трубы. Расшифровка и оценка производятся с использованием одного или более образцов, характеризующих дефект. Поставщик оформляет окончательный отчет, подробно отражающий результаты контроля.

5 Значение и применение

5.1 Задачей RFT является оценка состояния труб. Результаты оценки могут использоваться для определения вероятности отказа труб во время эксплуатации, эта задача в настоящем документе не рассматривается.

5.2 *Принцип работы зонда.* В базовом зонде RFT электромагнитное поле, излучаемое возбудителем, выходит наружу сквозь стенку трубы, вдоль оси вдоль по наружной поверхности трубы и обратно через стенку трубы к датчику (Рис. 2, эскиз (a)].

5.2.1 Индикаторные следы дефектов создаются когда (1) на участках с тонкими стенками, поле доходит до датчика с меньшим ослаблением и меньшей задержкой по времени, (2) дефекты нарушают

линии магнитной индукции, которые располагаются в основном по оси, или (3) дефекты прерывают вихревые токи, которые обычно идут по окружности. Несплошность в любой точке пути сквозной передачи может создать возмущения; поэтому RFT обладает приблизительно одинаковой чувствительностью к дефектам на внутренних и внешних стенках трубы.

5.3 *Предупреждение об ошибках в толковании.* Определение дефектов при помощи RFT может включать в себя измерение отклонений от номинального значения (или базовой линии), особенно для данных абсолютной катушки. Выбор номинального значения важен и часто требует обоснования. Операторы должны обращать внимание на использование в качестве номинального эталонного образца участка трубы, не имеющего повреждений (см. определение "номинальная труба" в п. 3.2.3). В частности, колена, используемые в качестве номинальных эталонных образцов не должны иметь повреждений, и опорные плиты труб, используемые в качестве номинальных эталонных образцов, не должны иметь потерь металла в плите и в материале, примыкающем к трубе. При необходимости, можно использовать дополнительные способы (как указано в 11.12) для проверки состояния зон, используемых в качестве номинальных эталонных образцов.

5.4 *Установка зонда.* Датчик обычно располагается на расстоянии два – три диаметра от возбудителя, в месте, где поле, наведенное дистанционно, преобладает над полем, наведенным при непосредственном контакте. Другие способы установки или модели зонда могут использоваться с целью оптимизации выявления дефектов, как описано в 9.3.

5.5 *Сравнение с обычным токовихревым контролем.* Обычные испытательные катушки с вихревым током устанавливаются с целью обнаружения поля, идущего от стенки трубы в непосредственной близости от излучающего элемента, в то время как зонды RFT обычно рассчитаны на выявление изменений в поле, наводимом дистанционно.

6. Основы применения

6.1 *Квалификация персонала:*

6.1.1 Персонал, проводящий контроль по данной методике должен быть аттестован, как указано в контрактном соглашении.

6.1.2 Рекомендации по аттестации оператора системы RFT (уровень I):

6.1.2.1 Сорок часов теоретического обучения методу RFT (уровень I).

6.1.2.2 Письменные и устные экзамены, аналогичные указанным в ASNT SNT-TC-1A или Can CGSB 48.9712-95.

6.1.23 Двести пятьдесят часов практики под руководством специалиста RFT уровня II, 50% из которой должно включать в себя настройку и эксплуатацию приборов RFT.

6.1.3 Рекомендации по аттестации аналитика данных RFT (уровень II):

6.1.3.1 Сорок часов аудиторного обучения RFT (уровень II).

6.13.2 Письменные и устные экзамены аналогичные указанные в ASNT SNT-TC-1A или Can CGSB 48.9712-95.

6.1.3.3 Тысяча пятьсот часов практики под руководством специалиста RFT уровня II или выше, 25% из которых должны включать в себя анализ данных RFT.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: На момент утверждения данной методики, не было в наличии ни государственных, ни международных признанных руководств по аттестации персонала RFT.

ПРИМЕЧАНИЕ 2: Обучение токовихревому контролю предусматривает некоторое необходимое базовое обучение приемам RFT. Имеющаяся аттестация по токовихревому контролю уровень II может быть засчитана за 50% часов обучения и практики по методам RFT уровень I, при условии, что оставшиеся практические часы полностью посвящены настройке и эксплуатации приборов RFT.

6.2 *Сертификация организаций, проводящих неразрушающие испытания.* Если указано в контрактном соглашении, организации, проводящие НРК, должны быть аттестованы и оценены согласно документу E 543, с учетом разделов по электромагнитным испытаниям. Используемое издание документа E 543 должно быть указано в контрактном соглашении.

7. Объем работ и требования

7.1 Следующие пункты могут потребовать соглашения сторон и должны быть указаны в документе на закупку или каком-либо ином:

7.1.1 Расположение и тип трубчатых компонентов, подлежащих контролю, технические требования на проектирование, история разрушений, результаты предыдущих НРК, история обслуживания, технологические условия и конкретные типы дефектов, которые должны быть выявлены, если они известны.

7.1.2 Максимальный удобный момент для работы. (Выявление небольших дефектов может потребовать более медленной скорости движения зонда, что отрицательно скажется на производительности.)

7.13 Должны быть исследованы размер, марка и тип материала, конфигурация труб.

7.1.4 Система нумерации труб или система идентификации.

7.13 Объем контроля, например: полный или частичный охват, какие трубы и на какой длине, только ли прямые участки, минимальный радиус колен, которые могут быть исследованы.

7.1.6 Способы доступа к трубам и участки, на которых доступ может быть ограничен.

7.1.7 Тип прибора RFT и зонда; описание контрольных образцов, включая такие подробности, как размеры и материал.

7.1.8 Требуемая квалификация и сертификация оператора.

7.1.9 Необходимая чистота трубы.

7.1.10 Условия окружающей среды, оборудование и подготовка, за которые несет ответственность заказчик; общие источники шума, которые могут оказать влияние на контроль.

ПРИМЕЧАНИЕ 3: Проведение поблизости сварочных работ может стать основным источником помех.

7.1.11 Дополнительные методы или технологии (включая возможный демонтаж труб), которые могут быть использованы для получения дополнительной информации.

7.1.12 **К**ритерий допуска, который должен использоваться при оценке индикаторных следов дефектов.

7.1.13 Подготовка протоколов контроля и контрольных образцов.

7.1.14 Форма и краткое содержание отчета об испытании.

8. Помехи

8.1 Данный раздел описывает факторы и условия, которые могут исказить результаты RFT.

8.2 *Свойства материала*

8.2.1 Изменения в свойствах материала ферромагнитных труб являются потенциальным источником неточности. Включения, ликвация, процесс изготовления, размер зерна, напряжения, которые были ранее, существующие напряжения, температуры, которые были ранее, существующая температура, прошлые магнитные воздействия и другие факторы оказывают влияние на электромагнитный ответный сигнал, измеряемый во время RFT. Проводимость и проницаемость труб с одинаковой маркой материала часто весьма различны. Часто бывает, что некоторые трубы, подлежащие контролю, являются новейшими трубами с другими свойствами материала.

8.2.2 Изменения проницаемости могут происходить в местах, в которых температура или напряжение во время изготовления трубы менялись, например, рядом со сварными швами, в местах изгибов, там, где при эксплуатации была неравномерная передача тепла, на участках, где была холодная обработка (как, например, вызванная необходимым процессом лужения), и в других местах. Индикаторные следы в местах изменения проницаемости могут быть по ошибке приняты за индикаторные следы дефектов. Воздействие может быть менее серьезным в трубах, в которых остаточное напряжение было снято во время изготовления.

8.2.3 Остаточное напряжение с сопутствующими ему изменениями проницаемости может образоваться при механической обработке несплошностей в контрольном образце или во время процесса лужения.

8.2.4 На RFT влияет остаточная намагниченность в трубах, включая остаточную намагниченность, полученную во время предыдущего контроля с использованием другого магнитного метода. Трубы со значительной остаточной намагниченностью перед RFT должны быть размагничены.

8.3 *Ферромагнитные и токопроводящие объекты*

8.3.1 Находящиеся рядом с трубой объекты, которые являются ферромагнитными или токопроводящими, могут снижать чувствительность и точность определения параметров дефектов в непосредственной близости от себя. Такие объекты могут в некоторых случаях быть ошибочно приняты за дефекты. Следует выяснить механическое расположение компонента, подлежащего контролю. Примеры ферромагнитных или проводящих объектов включают в себя: опорные плиты труб, дефлекторы, торцевые пластины, трубные доски, противовибрационные балки, соседние трубы, отбойники, незакрепленные детали и детали крепления, прижатые или приваренные к трубе.

ПРИМЕЧАНИЕ 4: Помехи от ферромагнитных или проводящих объектов могут иметь практическую пользу при использовании RFT в целях проверки положения объекта, установленного на трубе или для выявления мест отсоединения объектов и их смещения относительно трубы.

8.3.2 *Соседние трубы*

8.3.2.1 На участках, где расстояние между трубами непостоянно (наклон) или там, где трубы перекрещиваются близко друг к другу, возникают индикаторные следы, которые могут быть ошибочно приняты за дефекты.

8.3.2.2 Соседние или смежные трубы в зависимости от их количества и положения создают сдвиг фазы. Этот феномен известен как эффект пучка и является дополнительным источником неточности, когда для номинальной трубы требуются абсолютные данные.

8.3.2.3 В случаях, когда составные зонды RFT используются одновременно в одном теплообменнике, следует обращать внимание на обеспечение соответствующего расстояния между разными зондами.

8.3.3 Остаточная проводимость или намагниченность в трубе или на ней, которая могут вызвать ложные индикаторные следы или скрыть индикаторные следы дефектов, должна быть устранены.

8.4 *Влияние формы трубы*

8.4.1 В связи с влиянием формы (а также с влиянием изменения проницаемости, описанными в 8.2.2), локальные отклонения диаметра трубы, такие как вмятины, выступы, расширения и изгибы создают индикаторные следы, которые могут скрывать или искажать индикаторные следы от дефектов.

8.4.2 Уменьшение внутреннего диаметра может потребовать применения зонда меньшего диаметра, который может пройти через сужение. На участках без сужения чувствительности к дефектам существует вероятность ограничения чувствительности к дефектам коэффициентом заполнения меньшего зонда.

8.4.3 Концевой эффект RFT – поле от возбудителя может распространяться вокруг концов трубы, когда нет экранирования от трубной доски или корпуса сосуда. Индикаторный след дефекта может быть искажен или скрыт, если дефект или любой активный элемент зонда находится на расстоянии примерно трех диаметров от конца трубы.

8.5 *КИП*

8.5.1 Оператор должен располагать знаниями об индикаторах шума, насыщении или искажениях сигнала, в особенности у используемых приборов. Следует особо учитывать следующее:

8.5.1.1 В представленной трубе система RFT обладает частотой, когда чувствительность к дефектам насколько возможно высока без чрезмерного влияния шума.

8.5.1.2 Насыщение электронных элементов является возможной проблемой в RFT, так как амплитуда сигнала быстро увеличивается с уменьшением толщины стенки трубы. Данные, собранные в условиях насыщения, являются негодными.

8.5.2 *Сдвиг фаз, вызванный приборами.* Во время процессов усиления и фильтрации приборы могут создать зависящую от частоты задержку по времени, которая проявляется в виде постоянного смещения фаз. Сдвиг фаз приборов может быть источником погрешности, когда сравнивают значения фаз, измеренные при разных частотах.

9. Система RFT

9.1 *КИП.* Электронные приборы должны быть способны создавать сигналы возбудителя с одной или несколькими частотами, соответствующими для материала труб. Аппаратура должна быть рассчитана на анализ фазы и амплитуды выходных сигналов датчика на каждой частоте, независимо от других частот, используемых одновременно. Приборы должны отображать данные в режиме реального времени. Прибор должен фиксировать данные и установочные параметры системы, таким образом, который позволяет архивировать и затем воспроизводить все данные и установки системы для каждой трубы.

9.2 *Движущий механизм.* Для перемещения зонда через трубу при примерно постоянной скорости может использоваться механическое средство.

9.3 *Зонды.* Зонды должны иметь наибольший диаметр из подходящих для испытываемых труб, причем необходимо оставить зазор на случай обломков, вмятин, изменения диаметра трубы и других препятствий. Зонды должны иметь конфигурацию и размеры, соответствующие проверяемым трубам и типам контролируемых дефектов. Рекомендуется выполнять центровку зонда.

9.3.1 *Абсолютные датчики.* Абсолютные датчики [Рис. 2, эскиз (c)] обычно используются для определения параметров и расположения крупномасштабной постепенной потери металла.

9.3.2 *Дифференциальные датчики. Д*ифференциальные датчики [Рис. 2, эскиз (c)] имеют тенденцию к увеличению ответного сигнала от небольших дефектов и резкому изменению вдоль длины трубы, а также обычно используются для определения параметров и расположения крупномасштабной постепенной потери металла,

9.3.3 *Блочный датчик.* Блочные датчики используют конфигурацию составных чувствительных элементов [Рис. 2, эскиз (c)]. Каждый элемент чувствителен по отношению к отдельному участку окружности трубы. Оси элементов могут быть ориентированы по осям или радиусам трубы.

ПРИМЕЧАНИЕ 5: ответный сигнал датчика представляет собой среднее значение ответных сигналов на все дефекты в пределах участка чувствительности.

9.3.4 *Конфигурация возбудителя и датчика.* Зонды могут иметь несколько возбудителей и датчиков разных конфигураций [См., например, Рис. 2, эскиз (b)]. Эти конфигурации могут снижать помехи от опорных плит и других проводящих объектов.

9.4 ***И****нформационные дисплеи*

9.4.1 Информационные дисплеи должны включать в себя график фазоамплитудной зависимости [Рис. 1, эскиз (a) и (b)].

9.4.2 *Ленточные диаграммы.* Координаты, которые могут быть отображены на ленточных диаграммах, включают в себя горизонтальное положение, вертикальное положение, угловое положение или радиальное положение. Угловое положение может представлять собой фазу. Угловое положение и логарифм радиального положения для абсолютного датчика могут быть линейно связаны с общей толщиной стенки.

10. Образцы труб RFT

10.1 Образцы труб RFT должны быть такого же номинального размера, типа материала и марки, как и испытываемые трубы. Если образца трубы аналогичного испытываемым трубам в наличии нет, рекомендуется выполнить доказательство эквивалентности контроля. В подразделе 11.6.2 указано, как выполнять опознавание, если для использования пригодна эталонная труба с другими свойствами.

10.2 Контрольные образцы системы RFT не должны использоваться для определения параметров дефектов, пока не будет доказано, что искусственные дефекты аналогичны выявленным дефектам.

10.3 *Типовые искусственные дефекты в образцах для определения параметров дефектов*

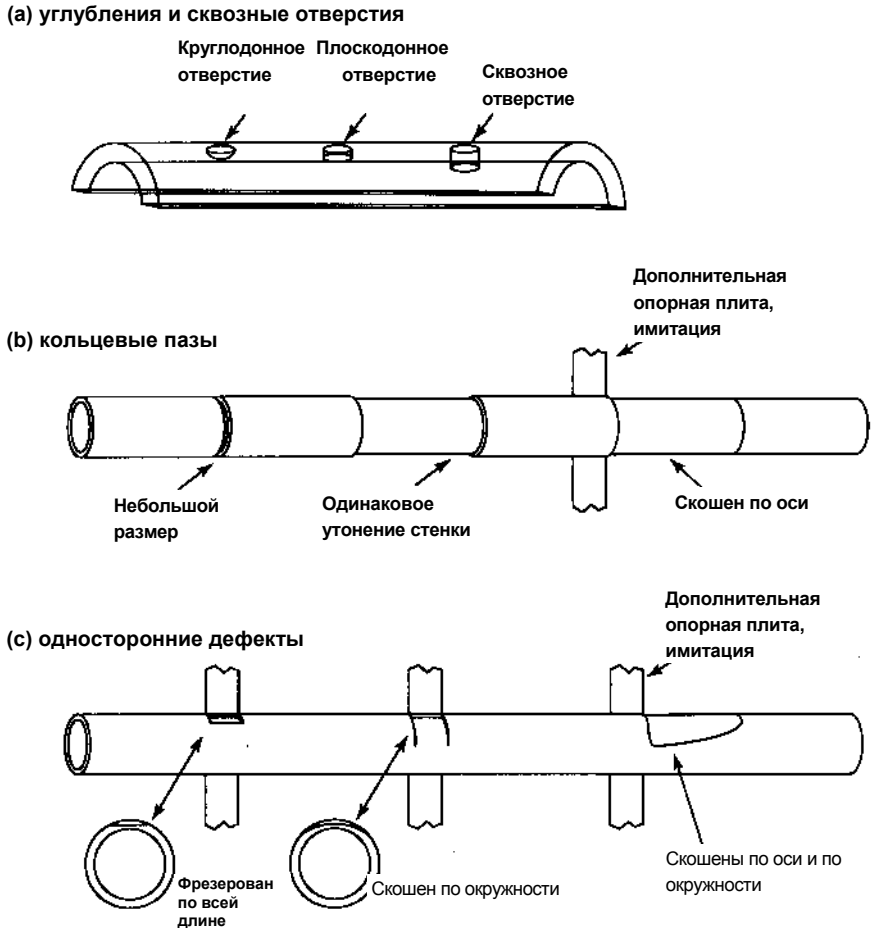
10.3.1 *Сквозные, круглодонные и плоскодонные отверстия.* Отверстия разной глубины используются для определения параметров углублений и могут быть получены механической обработкой по отдельности или группами. Для выполнения разных дефектов могут использоваться сверла и фрезы разного диаметра для данной глубины утонения стенки (Рис. 3, эскиз (a)).

10.3.2 *Кольцевой паз* - это участок утонения металла, глубина которого в любой точке по оси одинакова по всей окружности трубы. Короткие пазы с максимальной длиной по оси менее половины диаметра трубы могут использоваться для имитации небольшого утонения стенок. Пазы с длиной по оси, равной нескольким диаметрам трубы, могут использоваться для имитации заданной глубины потери металла [Рис. 3, эскиз (b)].

10.3.3 *Односторонние дефекты.* Потери металла называются односторонними, если они преимущественно находятся на одной стороне трубы. Плоские дефекты длиной, равной наружному диаметру, обычно имитируют износ трубы об трубу. Скошены по окружности односторонние дефекты обычно имитируют износ трубы об опорную плиту. Дефекты, скошенные и в осевом направлении и по окружности обычно имитируют эрозию под воздействием пара рядом с опорами под трубы [Рис. 3, эскиз (c)].

10.4 *Контрольные образцы системы RFT.* Глубина дефектов указывается путем задания самой глубокой точки

РИС. 3 ТИПОВЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ НЕСПЛОШНОСТИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦАХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ



Примечание: Не в масштабе.

дефекта в виде процентной доли от измеренной средней толщины стенки. Глубина дефектов должна измеряться с точностью до ± 20% указанной глубины или ± 0,003 дюйма (± 0,08 мм), выбирается меньшее. Все другие размеры дефектов (такие как длина и диаметр) должны иметь точность в пределах ±0,010 дюйма [±0,25 мм] от указанного размера. Углы должны иметь точность в пределах ± 5 градусов.

10.5 *Искусственные дефекты для контрольных образцов системы RFT:*

10.5.1 Контрольные образцы системы RFT имеют особенные искусственные дефекты. Они используются для настройки и калибровки системы дистанционного наведения поля и для указания чувствительности выявления дефектов. Если заказчиком не указано иначе, искусственные дефекты для контрольных образцов системы RFT таковы:

10.5.1.1 Сквозное отверстие. Сквозное отверстие (Рис. 4, Дефект A) диаметр которого равен толщине стенки трубы, умноженный на указанный коэффициент. Для труб с наружным диаметром менее 1,000 дюйма (25,40 мм), коэффициент равен 1. Для труб с наружным диаметром больше или равным 1,000 дюйма, коэффициент равен 1,5.

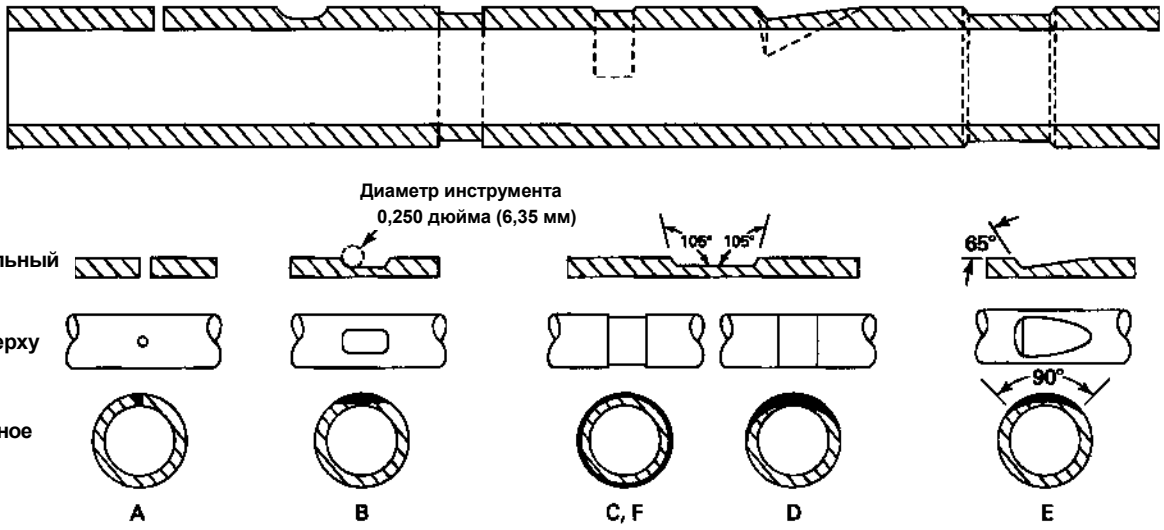
10.5.1.2 *Плоскодонный дефект.* Плоскодонный дефект (Рис. 4, дефект B) глубиной в 50% и длиной по оси в половину номинального наружного диаметра трубы. Плоская поверхность должна быть отфрезерована с одной стороны с использованием фрезы диаметром 0,250 дюйма (6,35 мм) для создания скругленных углов.

10.5.1.3 *Короткие кольцевые пазы.* Короткие кольцевые пазы (Рис. 4, дефект C) с глубиной 20% и длиной по оси 0,625 дюйма (15,88 мм). Кромки должны быть под углом 105 градусов, как показано на вставке Рис. 4.

10.5.1.4 *След изнашивания.* Имитированный след изнашивания от опорной плиты (Рис. 4, дефект D), состоящий из паза, скошенного по окружности, глубиной 40%, идущий по окружности трубы на 180 градусов. Длина по оси, измеренная на поверхности дна дефекта, должна быть 0,625 дюйма (15,88 мм). Кромки должны быть под углом 105 градусов, как показано на вставке Рис. 4.

РИС. 4 ДАННЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНОГО ОБРАЗЦА СИСТЕМЫ RFT

дефект	A	B	C	D	E	F
% глубины	100%	50%	20%	40%	60%	20%
Тип дефекта	Сквозное отверстие	Плоский	Паз	След изнашивания	Скошенный дефект	Паз
Длина дефекта или диаметр	K x Толщина стенки	V2 x диаметр трубы	0,625 дюйма (15,88 мм)	0,625 дюйма (15,88 мм)	4 x диаметр трубы	2 x диаметр трубы (длина дополнит.)



ПРИМЕЧАНИЯ:
(a) Не в масштабе. Допуски и подробные данные см. в 10.5.
(b) для труб с наружным диаметром менее 1,000 дюйма (25,40 мм), K = 1.
(c) для труб с наружным диаметром более или равным 1,000 дюйму (25,40 мм), K = 1,5.

10.5.1.5 *Скошенный дефект*. Скошенный дефект, имитирующий эрозионное изнашивание опоры рядом с трубой (Рис. 4, дефект E), представляет собой паз глубиной в 60%, скошенный по окружности и в обоих направлениях по оси. Крутая сторона дефекта должна быть под углом 65 градусов к оси трубы. Плоская сторона дефекта должна быть скошена по оси таким образом, чтобы она шла по оси на расстоянии в четыре диаметра от самой глубокой точки. Протяженность по окружности в максимальной точке должна быть 90 градусов.

10.5.1.6 *Длинные кольцевые пазы.* Длинный кольцевой паз по окружности (Рис. 4, дефект F) глубиной 20% и рекомендованной длиной по оси равной двум диаметрам трубы. Длина выбирается согласно способу применения. Кромки должны быть под углом 105 градусов, как показано на вставке Рис. 4.

10.6 *Моделирование опорных конструкций*

10.6.1 Образцы труб RFT могут иметь имитированные опорные конструкции для отражения условий пучков теплообменников.

10.6.2 *Опорные плиты.* Опорные плиты могут быть смоделированы посредством сверления одного отверстия через глухой плоский лист с зазором до 0,015 дюйма (0,38 мм) за пределами наружного диаметра образца трубы RFT. Для предотвращения распространения поля вокруг листа, минимальное расстояние от края отверстия в трубе до кромки листа должно быть больше двух диаметров трубы, если только не будет доказано, что годится и меньший диаметр. Например, смоделированная опорная плита для трубы диаметром 1 дюйм должна быть квадратом со стороной, как минимум, 5 дюймов (127,00 мм) или кругом с диаметром 5 дюймов. Точность моделирования опорной плиты может быть увеличена, если смоделированная плита в контролируемых компонентах имеет такую же толщину и изготовлена из такого же материала, что и опорная плита.

10.7 *Изготовление и содержание образцов труб RFT*

10.7.1 *Чертежи.* Для каждого образца труб RFT, должен быть чертеж, который содержит фактические измеренные габариты дефекта, тип и марку материала и заводской номер фактического образца трубы RFT.

10.7.2 *Заводской номер.* Каждый образец трубы RFT должен быть промаркирован единым заводским номером и должен храниться таким образом, чтобы его можно было получить и использовать в качестве образца.

10.7.3 *Расположение дефектов.* Искусственные дефекты должны располагаться по оси во избежание наложения индикаторных следов и помех вследствие концевого эффекта.

10.7.4 Персонал, выполняющий механическую обработку, должен использовать соответствующие методики обработки во избежание избыточного применения холодной обработки, перегрева, создания ненадлежащих напряжений и изменения проницаемости.

10.7.5 Трубы необходимо хранить и грузить таким образом, чтобы предотвратить механическое повреждение.

11. Методика

11.1 При необходимости, очистите внутреннюю поверхность труб с целью удаления препятствий и крупных ферромагнитных или проводящих осколков.

11.2 *Настройка приборов*

11.2.1 *Рабочая частота.* При использовании соответствующих контрольных образцов системы RFT, методики в 11.2.1.1 или 11.2.1.2 предназначены для оказания помощи пользователю в выборе рабочей частоты. Могут использоваться эквивалентные методы. Если система RFT не может работать при частоте, описанной в данной методике, поставщик должен сообщить заказчику, что могут иметь место условия пониженной чувствительности.

11.2.1.1 При использовании соответствующих контрольных образцов системы RFT и с учетом графика фазоамплитудной зависимости, установите частоту, чтобы получить разницу в 50 - 120 градусов между углами показания для контрольного сквозного отверстия (дефект A на Рис. 4) и кольцевым пазом глубиной 20% и длиной по оси 0,125 дюйма (3,18 мм) (как допускается для дефекта F на Рис. 4).

11.2.1.2 Если фаза измеряется и отображается, установите частоту таким образом, чтобы 20% кольцевой паз с длиной по оси в два диаметра трубы (как допускается для дефекта F Рис. 4) создавал сдвиг фаз 18 - 22 градуса на выходе абсолютного датчика только когда детекторная катушка находится в зоне потерь металла.

11.2.2 *Вторичные частоты.* Для выявления и описания некоторых механизмов разрушения, для предоставления дополнительной информации может потребоваться использование вторичных частот.

11.2.3 *Скорость натяжения.* Определите скорость натяжения, соответствующую частоте, частоте выборки и чувствительности, необходимой для выявления дефектов.

11.2*4 Настройте другие приборы соответствующим образом с целью достижения минимальной чувствительности, требуемой для обнаружения дефектов.

ПРИМЕЧАНИЕ 6: Факторы, которые влияют на чувствительность к дефектам, включают, помимо прочего: рабочую частоту, шум приборов, фильтрацию приборов, скорость цифрового забора проб, скорость зонда, конфигурацию катушки, коэффициент заполнения, помехи от перемещения зонда, и помехи, описанные в Разделе 8.

11.3 Убедитесь, что система дает минимальную требуемую чувствительность ко всем дефектам на контрольном образце системы RFT при испытательной скорости натяжения. Чтобы считать дефект обнаруживаемым, его индикаторный след должен превышать окружающие помехи с коэффициентом как минимум 3, если заказчиком не указано иначе. Исключение может иметь место, если заказчик требует контроля только крупных потерь металла, в этом случае чувствительность должна быть продемонстрирована на указанных крупномасштабных дефектах контрольного образца системы RFT.

11.4 Получите и зарегистрируйте данные от контрольных образцов системы RFT и образцов для определения параметров дефектов при выбранной испытательной скорости натяжения.

11.5 Получите и зарегистрируйте данные от испытываемых труб. Поддерживайте одинаковую скорость зонда, по мере возможности, в течение всего контроля с целью выработки индикаторных следов с высокой повторяемостью.

11.5.1 Зарегистрируйте данные и настройки системы, таким образом, который позволяет проводить архивирование и последующую выборку всех данных и настроек системы для каждой трубы. В течение всего испытания, данные должны постоянно регистрироваться, если заказчиком не указано иное.

11.5.2 Для поддержания устойчивости системы в течение всего испытания контролируйте типовые ответные сигналы RFT от опорных плит и концов труб или контролируйте абсолютную фазу в номинальной трубе. Если условия меняются, необходимо произвести соответствующие корректировки согласно 11.6.

11.6 *Компенсация различий в материале и размерах*

11.6.1 Для компенсации разницы в размерах и свойствах материала, при необходимости, система может быть повторно откалибрована посредством настройки частоты или коэффициента передачи или и того и другого. Для повторной калибровки отрегулируйте параметры таким образом, чтобы одно из следующих значений оставалось равным в контрольном образце и в номинальной испытываемой трубе:

11.6.1.1 Амплитуда и угловое положение индикаторного следа опорной плиты на графике фазоамплитудной зависимости, или

11.6.1.2 Угловая разница между индикаторным следом опорной плиты и индикаторным следом на выходе из трубы на графике фазоамплитудной зависимости или

11.6.1.3 Абсолютная фаза в номинальной трубе.

ПРИМЕЧАНИЕ 7: Для альтернативных методов компенсации разницы в размерах и свойствах материала см. 11.12.

11.6.2 Частоты, используемые в контрольных образцах и в испытываемых трубах не должны отличаться более чем в два раза. Если коэффициент превышает данное значение, контрольный образец считается неподходящим и заменяется другим, который более точно характеризует испытываемый материал.

11.6.3 После настройки частоты и коэффициента усиления введите соответствующие компенсационные коэффициенты к испытательной частоте выборки и скорости натяжения.

11.7 *Компенсации для ферромагнитных или проводящих объектов*

11.7.1 Приемы, которые могут улучшить результаты RFT рядом с ферромагнитными или проводящими объектами, создающими помехи, включают:

11.7.1.1 Сравнение базовых данных или данных предыдущих испытаний с данными текущих испытаний.

11.7.1.2 Сравнение индикаторных следов от известных объектов с потерями металла и без него. (Получите контрольные индикаторные следы от типового объекта на номинальной трубе или рядом с ней или от смоделированного объекта на контрольном образце.)

11.7.1.3 Использование специальных конфигураций катушек зонда.

11.7.1.4 Обработка многочастотных сигналов для подавления незначимых индикаторных следов.

11.7.1.5 Использование дополнительных методов или приемов (см. 11.12).

11.8 *Проверка системы.* Через равные промежутки времени проводите проверку системы с использованием контрольных образцов системы RFT для демонстрации чувствительности системы и рабочих параметров к удовлетворению заказчика. Проводите проверку системы перед началом испытания, после любых компенсационных регулировок поля согласно 11.6, в начале и в конце каждой рабочей смены, когда функционирование оборудования вызывает сомнения, после замены персонала, после замены любых важных компонентов системы и полностью, как минимум, каждые четыре часа. Если ответные сигналы от дефектов на контрольных образцах системы RFT существенно изменились, трубы, испытанные с момента последней проверки системы, должны пройти повторный контроль.

11.9 Расшифровка данных (идентификация индикаторных следов)

11.10 Выделите участки с ограниченной чувствительностью, используя индикаторные следы от контрольных образцов системы RFT в качестве индикатора обнаружения дефекта.

11.11 Используя образец для определения параметров дефекта, оцените индикаторные следы согласно критерию допуска, указанному заказчиком.

11.11.1 Общий параметр, используемый в качестве индикатора глубины дефекта, представляет собой угол индикаторного следа на графике фазоамплитудной зависимости. Разные калибровочные кривые зависимости угла от глубины могут использоваться согласно объему дефекта, на что указывает амплитуда индикаторного следа на графике фазоамплитудной зависимости.

11.12 При желании проверьте выбранные участки с использованием соответствующих дополнительных методов и приемов с целью получения дополнительной информации, корректируя результаты по мере необходимости.

11.13 Составьте отчет и предоставьте его заказчику.

12. Отчет

12.1 Следующие позиции могут быть включены в отчет об испытании. Вся следующая информация должна храниться в архиве, независимо от того, требуется ли это отчетом.

12.1.1 Владелец, расположение, тип и заводской номер испытываемого компонента.

12.1.2 Размер, тип и марка материала и конфигурация испытываемой трубы.

12.1.3 Система нумерации труб

12.1.4 Объем испытаний, например, рассматриваемые участки, полный или частичный охват, какие трубы и на какую длину.

12.1.5 Персонал, проводящий испытания, и его квалификация.

12.1.6 Модели, типы и заводские номера используемых элементов системы RFT, включая зонды и длину распространения.

12.1.7 Для получения исходных данных от контрольного образца системы RFT, необходим полный перечень всех значимых настроек приборов и используемых параметров, такие как рабочая частота, управляющее напряжение зонда, коэффициенты усиления, типы смешанных или обработанных каналов и скорость зонда. Перечень должен содержать настройки, которые относятся к каждой отдельной испытываемой трубе.

12.1.8 Заводские номера всех использованных образцов труб.

12.1.9 Краткое описание всех приемов, используемых при контроле.

12.1.10 Перечень всех участков теплообменников или конкретных труб, где была получена ограниченная чувствительность. Укажите, какие дефекты в контрольных образцах системы не выявляются на этих участках. По мере возможности, укажите факторы, которые могли снизить чувствительность.

12.1.11 Конкретная информация о приемах и базовых кривых глубины, используемых для оценки размеров каждого индикаторного следа.

12.1.12 Критерий допуска, используемый для оценки индикаторных следов.

12.1.13 Перечень дефектов в соответствии с договором на закупку.

12.1.14 Результаты дополнительного контроля, которые влияют на расшифровку и оценку.

13. Ключевые слова

13.1 вихревой ток; электромагнитный контроль; ферромагнитная труба; контроль при дистанционном наведении поля; RFT; труба; трубчатые изделия

СТАТЬЯ 29
СТАНДАРТЫ ПО АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

A08

СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО МОНТАЖУ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

SE-650

[Аналогично документу ASTM Specification E 650-97 (R2002)]

1. Область применения

1.1 В данном документе содержится руководство по монтажу пьезоэлектрических датчиков акустической эмиссии (АЭ).

1.2 *Настоящий стандарт не направлен на решение всех вопросов техники безопасности, связанных с его применением. если таковые имеются. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности и охраны труда и определение применимости регулятивных ограничений до начала его применения.*

2. Справочные документы

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 976 Руководство по определению воспроизводимости отклика датчика акустической эмиссии (Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response)

E 1316 Стандартная терминология для неразрушающих испытаний (Terminology for Nondestructive Examinations)

3. Терминология

3.1 *Определения терминов, встречающихся в данном стандарте:*

3.1.1 *связующее вещество (bonding agent)* — связующее вещество, для физической установки датчика на конструкцию.

3.1.2 *контактная среда (couplant)* — материал, используемый в соединении «конструкция-датчик» для улучшения передачи акустической энергии через соединение

3.1.3 *крепежное приспособление (mounting fixture)* — устройство, удерживающее датчик на поверхности контроля.

3.1.4 *датчик (sensor)* — индикаторный прибор, который преобразует движение частиц, вызванное упругой волной, в электрический сигнал.

3.1.5 *волновод, акустический (waveguide, acoustic)* — прибор, который передает акустическую энергию от конструкции к дистанционно установленному датчику. Например, сплошной провод или пруток, который подсоединен одним концом к контролируемой конструкции, а другим концом к датчику.

3.2 *Определения:*

3.2.1 Определения дополнительных терминов, связанных с акустической эмиссией, см. в документе Terminology E 1316.

4. Значимость и применения

4.1 Методы и процедуры, применяемые при монтаже датчиков АЭ, могут оказать значительное действие на работу данных датчиков. Оптимальное и воспроизводимое определение АЭ требует как соответствующих крепежных приспособлений для датчиков, так и процедур постоянного контроля датчиков.

5. Способы монтажа

5.1 Цель способа монтажа состоит в фиксировании датчика на конструкции и обеспечении постоянного и соответствующего акустического контакта между датчиком и конструкцией. Способы монтажа обычно разделяются на следующие категории:

5.1.1 *Компрессионный монтаж (Compression Mounts)* — Компрессионный монтаж фиксирует датчик в непосредственном контакте с поверхностью конструкции посредством усилия. Усилие обычно прилагается пружиной, болтом, затянутым с усилием, магнитом, лентой или упругой повязкой. Настоятельно рекомендуется использование при компрессионном монтаже контактной среды для увеличения передачи акустической энергии через соединение «датчик-конструкция».

5.1.2 *Связывание (Bonding)* — Датчик может быть прикреплен непосредственно на конструкцию с помощью соответствующего клея. В данном методе клей действует в качестве связующего вещества. Клей должен быть совместимым с конструкцией, датчиком, окружающей средой и процедурой испытаний.

6. Требования по монтажу

6.1 *Выбор датчика* — Необходимо выбирать соответствующие датчики для оптимального выполнения процедуры акустических испытаний. Необходимо обратить внимание на следующие характеристики датчика: размер, чувствительность, частотная характеристика, отклик при движении по поверхности, а также совместимость материалов и соответствие окружающим условиям. При проведении многоканального АЭ испытания следует выбирать несколько датчиков со сходными характеристиками. См. Guide E 976, в котором указаны методы сравнения характеристик датчиков.

6.2 *Подготовка конструкции* — Контактирующие поверхности должны быть очищены и должны пройти механическую подготовку. Это улучшит определение желаемых акустических волн посредством надежной передачи акустической энергии от конструкции к датчику. Подготовка данных поверхностей должна быть совместима с конструкционными материалами, используемыми как в датчике, так и в конструкции. Необходимо иметь в виду возможные потери при передаче акустической энергии, вызванные покрытиями, такими как краска, герметик, отслаивающаяся вторичная окалина, брызги металла и оксиды, а также повреждения ввиду кривизны поверхности в площади контакта.

6.3 *Выбор связующего вещества или контактной среды:*

6.3.1 Выбор типа связующего вещества или контактной среды должен проходить с учетом влияния условий окружающей среды (например, температуры, давления, состава газов или жидкостей) на связующее вещество и ограничений по применению. Они должны быть химически совместимыми с конструкцией, и не должны являться возможной причиной коррозии. В некоторых случаях может требоваться полное удаление связующего вещества после испытаний. Как правило, выбор связующего вещества также важен с точки зрения условий окружающей среды, как и с точки зрения акустики.

6.3.2 Для датчиков, в основном чувствительных к перемещению частиц перпендикулярно их лицевой поверхности, вязкость контактной среды не является важным фактором. Большинство жидкостей или смазок будут работать в качестве контактной среды, если они смачивают поверхности конструкции и датчика. Для некоторых датчиков с чувствительностью к перемещению в плоскости их лицевой поверхности рекомендуется использование контактной среды высокой вязкости или жесткой связи.

6.3.3 Толщина контактной среды может оказать влияние на эффективную чувствительность датчика. Самый тонкий по возможности слой непрерывной контактной среды дает наилучшие результаты. Необходимо обратить внимание на отсутствие полостей в контактной среде. Неровность, такая как сужение, от одной стороны датчика к другой, также может снизить чувствительность или вызвать нежелательную направленность отклика датчика.

6.3.4 Полезный метод нанесения контактной среды состоит в следующем: нанесите небольшое количество материала в центр лицевой поверхности датчика, затем осторожно прижмите датчик к поверхности конструкции, распространяя равномерно контактную среду от центра к краям лицевой поверхности датчика.

6.3.5 В некоторых случаях может быть невозможно, использовать контактную среду ввиду условий окружающей среды (например, очень высокие температуры или крайне высокие требования к чистоте). В таких случаях необходимо использовать сухой контакт, при условии достаточного механического усилия для фиксации датчика к поверхности конструкции. Необходимое давление при контакте должно быть установлено экспериментальным путем. Для приблизительной оценки можно сказать, что данное давление должно превышать 0,7 МПа (100 фунтов на кв. дюйм).

6.3.6 Необходимо проявлять большое внимание при креплении датчика к поверхности. Деформация поверхности ввиду механических нагрузок или термического расширения может вызвать растрескивание и отшелушивание связи, а иногда, может привести к повреждению датчика. Трещина в связи может быть источником акустической эмиссии. В некоторых случаях помогает применение соответствующего адгезива. Если имеется вероятность относительного расширения между датчиком, связью и поверхностью, соответствующее связующее вещество должно устанавливаться экспериментально.

6.3.7 При использовании связей необходимо учитывать возможность повреждения датчика или поверхности конструкции при снятии датчика.

6.3.8 Не рекомендуется использование двусторонней клеящей ленты.

6.4 *Выбор крепежного приспособления:*

6.4.1 Крепежные приспособления должны иметь такую конструкцию, чтобы не вызывать внешних акустических эмиссий и не скрывать акустических эмиссий, образующихся в контролируемой конструкции.

6.4.1.1 Приспособление не должно содержать каких-либо незакрепленных деталей или точек.

6.4.1.2 Штатный монтаж может потребовать использования специальных техник, чтобы предотвратить движение датчика ввиду изменения условий окружающей среды.

6.4.13 Определение поверхностных волн может подавляться, если датчик установлен с помощью приварного приспособления или расположен внизу резьбового отверстия. Крепежное приспособление всегда должно быть разработано так, чтобы не блокировать значительное количество акустической энергии от любого интересующего направления.

6.4.2 Крепежное приспособление должно иметь опору для сигнального кабеля, чтобы предотвратить воздействие кабеля на датчик или электрические соединения. При отсутствии крепежного приспособления необходимо наличие

кабельной опоры. Необходимо обратить внимание на то, что кабель не должен свободно перемещаться либо подвергаться воздействию вибраций. Ударом кабеля о конструкцию или трибоэлектрическим эффектом от движения кабеля могут быть вызваны ложные сигналы.

6.4.3 При необходимости обеспечить защиту для датчика или датчика и крепежного приспособления от действий окружающей среды.

6.4.4 Крепежное приспособление не должно влиять на целостность контролируемой конструкции.

6.4.4.1 Штатно устанавливаемые крепежные приспособления должны быть изготовлены из материалов, совместимых с конструкцией. Необходимо учитывать возможный электролиз или другие формы коррозии при разработке конструкции крепежного приспособления.

6.4.4.2 Изменения местных окружающих условий при монтаже, таких как снятие изоляции, должны быть тщательно продуманы и устранены при необходимости.

6.4.5 Крепежное приспособление должно быть разработано так, чтобы оказывать минимальное влияние на характеристики отклика датчика.

6.5 *Волноводы* — Если неблагоприятные условия окружающей среды свидетельствуют о нежелательном прямом контакте между датчиком и конструкцией, возможно использование акустического волновода для передачи акустического сигнала с конструкции на датчик. Использование волновода представляет еще одну поверхность контакта и связанные с ней потери между конструкцией и датчиком и может исказить в какой-то мере характеристики акустической волны.

6.5.1 Акустический волновод должен устанавливаться так, чтобы не было контакта его поверхности с другими материалами, которые могут вызвать затухание сигнала волновода.

6.5.2 Если акустические волноводы используются при локализации источника акустической эмиссии, необходимо делать поправку на дополнительное время задержки в волноводе при расчете положения источника.

7. Проверка отклика

7.1 После монтажа датчиков на конструкции необходимо проверить соответствующий отклик датчика с помощью подачи акустических сигналов в конструкцию и анализа определяемого сигнала либо на осциллографе, либо с помощью системы АЭ, предполагаемой для использования в испытаниях. Если имеются какие-либо сомнения в отклике датчика, то датчик необходимо демонтировать.

7.1.1 Испытательный сигнал может быть введен от внешнего источника, такого как слом грифеля карандаша источника-имитатора Су или струя газа (гелия или другого соответствующего газа), или передачи электрического импульса на другой датчик, установленный на конструкции. Описание данных методов см. в документе Guide E 976.

7.2 *Периодическая поверка* — При расширенном АЭ испытании может понадобиться проверить отклик датчиков во время испытания. Поверка должна проводиться каждый раз, когда обстоятельства указывают на возможность изменения эффективности контакта.

7.3 *Постповерка* — По окончании испытания АЭ рекомендуется проводить поверку работы всех датчиков и отсутствие кардинальных изменений контакта за время испытания.

8. Отчет

8.1 Любой отчет о монтажных работах должен включать детали о крепежном приспособлении датчика, методе подготовки поверхности, и об использованном связующем веществе.

9. Ключевые слова

9.1 акустическая эмиссия; датчики акустической эмиссии; преобразователи акустической эмиссии; АЭ; связующее вещество; контактная среда; крепежное приспособление; волновод

07
A08

СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ОТКЛИКА ДАТЧИКА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

SE-976

(Аналогично документу ASTM Specification E 976-05)

1. Область применения

1.1 Данное руководство определяет простые практичные процедуры испытаний или сравнения работы датчиков акустической эмиссии. Данные процедуры позволяют пользователю проводить проверку на ухудшение работы датчика или выбирать группы датчиков с почти одинаковыми рабочими характеристиками. Процедуры не могут предоставить абсолютную калибровку датчика или обеспечить передаваемость данных между организациями.

1.2 *Настоящий стандарт не направлен на решение всех вопросов техники безопасности, связанных с его применением, если таковые имеются. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности и охраны труда и определение применимости регулятивных ограничений до начала его применения.*

2. Справочные документы

2.1 Стандарты *ASTM :*

E 750 Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation (Методика описания приборов для измерения акустической эмиссии)

E 2075 Practice for Verifying the Consistency of AE-Sensor Response Using an Acrylic Rod (Методика проверки постоянства отклика датчика акустической эмиссии при помощи акрилового стержня)

E 2374 Guide for Acoustic Emission System Performance Verification (Руководство по проверке работы систем акустической эмиссии)

3. Значимость и применение

3.1 На данные акустической эмиссии влияет несколько характеристик оборудования. Самая очевидная из них – это чувствительность системы. Из всех параметров и составляющих чувствительности датчик акустических эмиссий более всех подвержен изменениям. Данные изменения могут являться результатом повреждений или износа, также могут существовать различия между обычно идентичными датчиками. Для определения таких различий рекомендуется иметь метод измерения отклика датчика на акустическую волну. Специальные цели проверки датчиков включают в себя: *(1)* проверка стабильности отклика по времени; *(2)* проверка датчика на возможные повреждения после непредвиденной ситуации или неправильного использования; *(3)* сравнение нескольких датчиков при использовании в многоканальной системе, чтобы убедиться, что их отклики совпадают соответствующим образом; и *(4)* проверка отклика после периодического изменения температуры или воздействия неблагоприятных условий окружающей среды. Крайне важно, чтобы характеристики датчиков измерялись при одной и той же длине кабеля и одинаковом полном сопротивлении, а также с помощью одного и того же предусилителя или его аналога. В данном руководстве представлено несколько процедур по измерению отклика датчика. Некоторые из данных процедур требуют минимальное количество специального оборудования.

3.2 Оценка работы системы Акустической эмиссии не является предметом настоящего руководства. Описание систем акустической эмиссии см. в документе Practice E 750 , а проверку работы систем акустической эмиссии см. в Руководстве E 2374.

3.3 Процедуры, приведенные в данном руководстве, разработаны для измерения отклика датчика акустических эмиссий на произвольные, но повторяющиеся акустические волны. Данные процедуры *ни в коем случае* не представляют собой калибровку датчика. Абсолютная калибровка датчика требует полных знаний о характеристиках акустической волны, возбуждающей датчик, или эталонного датчика, прошедшего калибровку ранее. В любом случае калибровка не входит в область применения данного руководства.

3.4 Основное требование для сравнения откликов датчиков – источник повторяющихся акустических волн. Нет необходимости знать характеристики волны, если можно воспроизводить ее при необходимости. Источники и геометрические параметры, приведенные в данном руководстве, будут в основном производить волны сжатия, в то время как датчики будут реагировать по-разному на разные типы волн, изменения в отклике

на один тип волны будут подразумевать изменения в отклике на другие типы волн**.**

3.5 Все данные процедуры используют испытательный блок или пруток. Такое устройство позволяет удобно смонтировать датчик и при соответствующей маркировке, обеспечить идентичное положение датчика и источника относительно друг друга. Устройство или пруток всегда обеспечивают механическую нагрузку на датчик, сходную той, которую датчик испытывает при стандартном использовании. При использовании таких устройств необходимо уменьшать резонанс, так чтобы характеристики датчика не были скрыты данными резонансами.

3.6 Данные процедуры позволяют сравнивать отклики только при одинаковых испытательных установках. Не следует сравнивать отклики при различных испытательных установках, вне зависимости от того, проводились испытания в одной или разных лабораториях.

4. Аппаратура

4.1 Обязательными элементами аппаратуры данных процедур являются: *(1)* испытываемый датчик акустических эмиссий; *(2)* испытательный блок или пруток; *(3)* источник сигнала; и *(4)* измерительное и регистрирующее оборудование.

4.1.1 Блок-схемы некоторых возможных экспериментальных установок показаны на Рис. 1.

4.2 *Блоки* — конструкция блока не очень важна. Однако рекомендуется использование "нерезонансного" блока при применении ультразвукового преобразователя, и требуется, если привод преобразователя использует любую форму когерентных электрических сигналов.

4.2.1 *Конусный "нерезонансный" блок* — Блок Битти, показанный на Рис. 2, может быть изготовлен из металлического бруска 10-см (4-дюйм.) диаметром. Предпочтительные материалы для изготовления – алюминий и низколегированная сталь. После облицовки нижней части и конусообразного подреза, блок фиксируется под углом 10°, лицевая поверхность фрезеруется. Указанные размеры обеспечат примерную окружность около 2,5 см (1 дюйм) в диаметре для монтажа датчика. Акустическое возбуждение должно прилагаться к центру нижней лицевой поверхности. Геометрия конуса и отсутствие параллельных поверхностей уменьшат количество механических резонансов от блока. Дальнейшее сокращение возможных резонансов может быть обеспечено механической обработкой всех поверхностей за исключением тех, где устанавливается датчик и возбудитель, и нанесения слоя металлоэпоксидного покрытия.

4.2.2 *Блок для испытания газовой струей* — Два блок для испытания газовой струей показаны на Рис. 3. Блок, показанный на Рис. 3(a), используется для сравнения противоположных поверхностей, которые производят первичные волны сжатия. Блок, показанный на Рис. 3(b) используется для сравнения одинаковых поверхностей, которые производят первичные поверхностные волны. "Нерезонансный" блок, описанный в пункте 4.2.1, также может использоваться со струей газа, чтобы исключить возбуждение множества резонансных режимов. Блоки на Рис. 3 успешно используются, но их конструктивное исполнение не обязательно должно быть именно таким. Однако рекомендуется сохранять относительное расположение датчика и струи.

4.2.3 *Полиакрилатный пруток* — Пруток из полиметилметакрилата показан на Рис. 4. Датчик монтируется на конец прутка, и акустическое возбуждение прилагается посредством слома карандашного грифеля, при постоянном расстоянии от конца датчика до прутка. Дополнительные сведения об этой технике приведены в Приложении XI.

4.3 *Источники сигналов* — Рекомендуется три источника сигналов: ультразвуковой преобразователь с электрическим приводом, струя газа, и импульсный источник от слома карандашного грифеля.

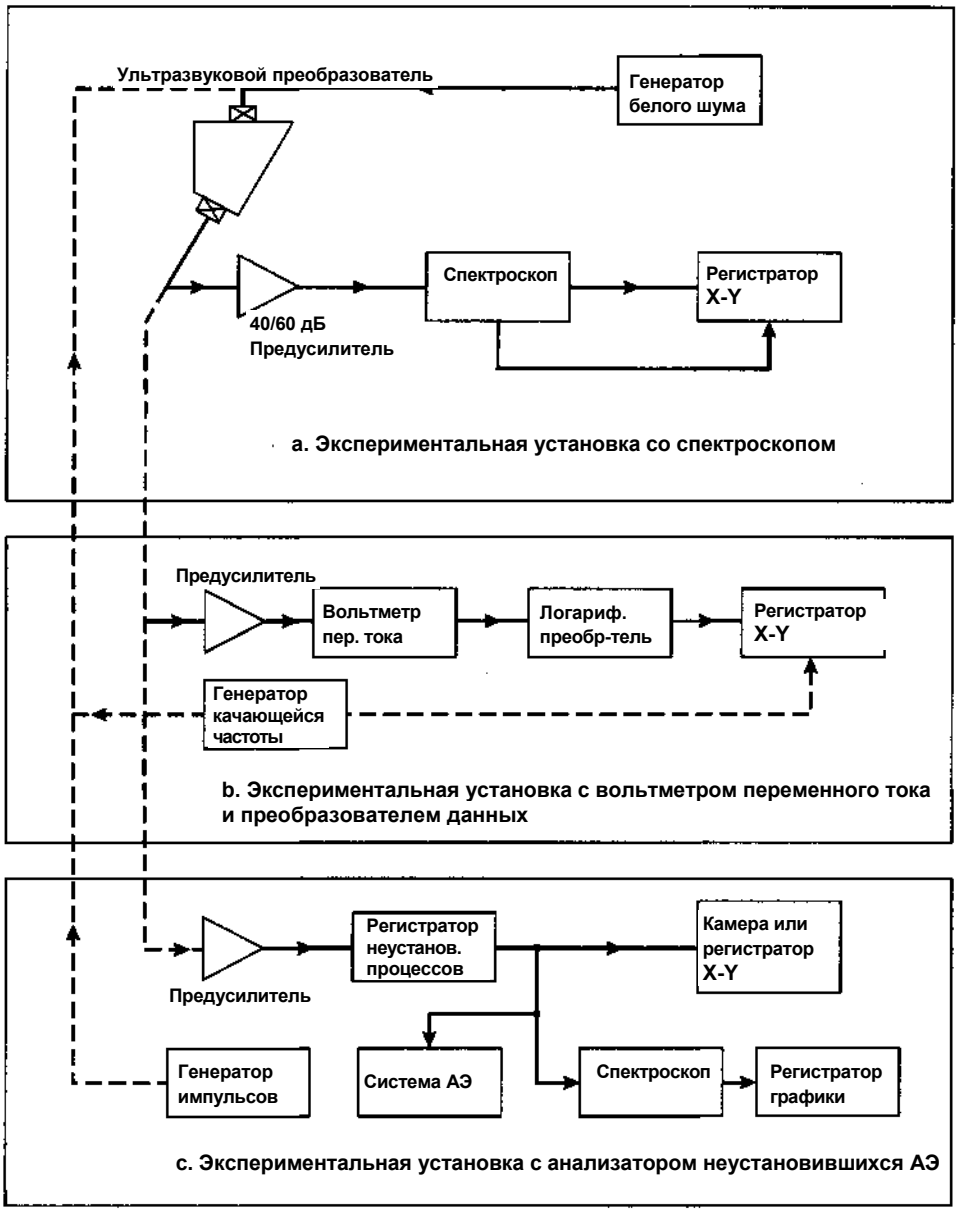
4.3.1 *Ультразвуковой преобразователь* — повторяемые ультразвуковые волны могут производиться ультразвуковым преобразователем, постоянно связанным с испытательным блоком, или присоединенным лицевой стороной к лицевой стороне испытываемого датчика акустической эмиссии Преобразователь должен иметь сильное затухание, чтобы обеспечивать широкую частотный отклик, и иметь центральную частоту в диапазоне от 2,25 до 5,0 МГц. Диаметр активного элемента должен составлять, по крайней мере, 1,25 см (0,5 дюйма), чтобы обеспечить измеряемый уровень сигнала в положении испытываемого датчика. Ультразвуковой преобразователь должен быть проверен на соответствующий отклик в диапазоне от 50 до 200-кГц перед штатной установкой на испытательный блок.

4.3.1.1 *Генератор белого шума* — ультразвуковой преобразователь, приводимый в движение генератором белого шума, производит акустические волны, у которых отсутствует серия когерентных волн на многих длинах волн при одной частоте. Это отсутствие серии когерентных волн значительно уменьшает количество и интенсивность механических резонансов, возбуждаемых в конструкции. Таким образом, ультразвуковой преобразователь, работающий от генератора белого шума, может использоваться с резонансным блоком с параллельными сторонами. Однако настоятельно рекомендуется использование "нерезонансного" блока, такого, как описано в пункте 4.2.1. Генератор должен иметь спектр белого шума, покрывающий, по крайней мере, диапазон частот от 10 кГц до 2 МГц, и должен иметь уровень выходного сигнала 1В (среднеквадратическое значение).

4.3.1*2 *Генератор качающейся частоты* — Ультразвуковой преобразователь может приводиться в движение генератором качающейся частоты (или пакет криволинейных импульсов) в связи с "нерезонансным" блоком. Даже при использовании такого блока будут производиться резонансы, которые частично могут скрыть отклик испытываемого датчика. Генератор качающейся частоты должен иметь максимальную частоту, по крайней мере, 2 МГц и должен использоваться с цифровым осциллографом или с системой сбора данных, основанной на колебательном сигнале, с возможностью частотного анализа (FFT) для анализа результирующего ответного сигнала от испытываемого датчика.

4.3.1.3 *Генератор импульсов* — Ультразвуковой преобразователь может возбуждаться генератором импульсов. Ширина импульса должна быть либо несколько меньше половины периода центральной частоты преобразователя (≤0,22 (мкс для 2,25МГц преобразователя))

РИС. 1 БЛОК СХЕМЫ ВОЗМОЖНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК



либо длиннее, чем время затухания датчика, блока и преобразователя (обычно >10 мс). Скорость повторения импульсов должна быть низкой (<100 импульсов/с), так чтобы каждая серия акустических волн затухала перед тем, как возбуждается новая.

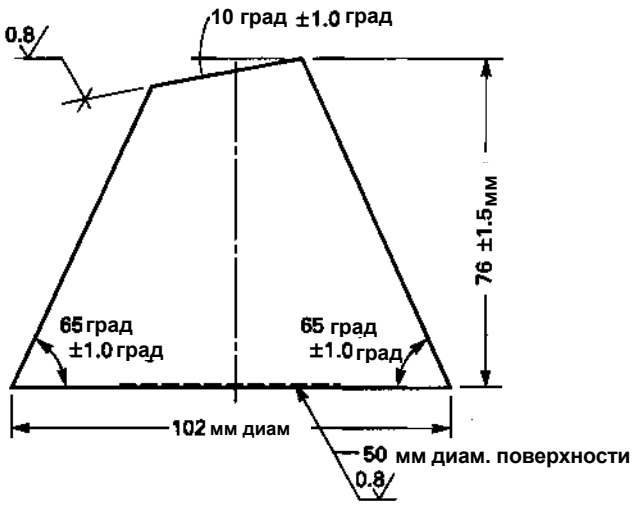
4.3.1.4 Импульсный генератор должен использоваться с цифровым осциллографом или с системой сбора данных, основанной на колебательном сигнале (такой, как система акустической эмиссии, основанная на колебательном сигнале), или, в одноимпульсном режиме, со счетчиком в системе акустической эмиссии.

4.3.2 *Газовая струя* — газы, пригодные для данной аппаратуры, это сверх сухой воздух, гелий и т.д. Рекомендуется давление 150 - 200 кПа (20 - 30 фунтов на кв. дюйм) для гелия или сверхсухого воздуха.

Как только выбрано давление и газ, все остальные испытания должны проводиться с использованием только этого давления и этого газа. Струя газа должна быть штатно соединена с испытательным блоком [(см. Рис. 3(a) и 3(b)].

4.3.3 *Слом карандашного грифеля* — Повторяемая акустическая волна может генерироваться осторожным сломом карандашного грифеля об испытательный блок или пруток. При разломе грифеля происходит неожиданное освобождение напряжения на поверхность блока, к которому прикасается грифель. Такое освобождение напряжения генерирует акустическую волну. Источник-имитатор Су использует механический карандаш с грифелем диаметром 0,3-мм (грифель 0,5-мм также приемлем, но производит более сильный сигнал). Башмак Нильсена,

РИС. 2 БЛОК БИТТИ



Обработка: 3.2 **и обозначенный разрыв кромки 0,1мм макс.**

показанный на Рис. 5, может быть использован для постоянного излома грифеля. Необходимо всегда разламывать одну и ту же длину одного и того же грифеля (предпочтительнее длина между 2 и 3 мм). Грифель должен всегда разламываться на одном и том же месте блока или прутка под тем же углом и поворотом карандаша. Расстояние между разломом грифеля и датчиком должно быть, по крайней мере, 10 см (4 дюйма). При расстояниях меньше указанных сложно получить постоянные результаты. Наиболее желаемый постоянный результат слома грифеля – колебательный сигнал, зарегистрированный системой сбора данных, основанной на колебательном сигнале (такой, как измерительный прибор, основанный на колебательном сигнале акустической эмиссии) с возможностью частотного анализа (FFT).

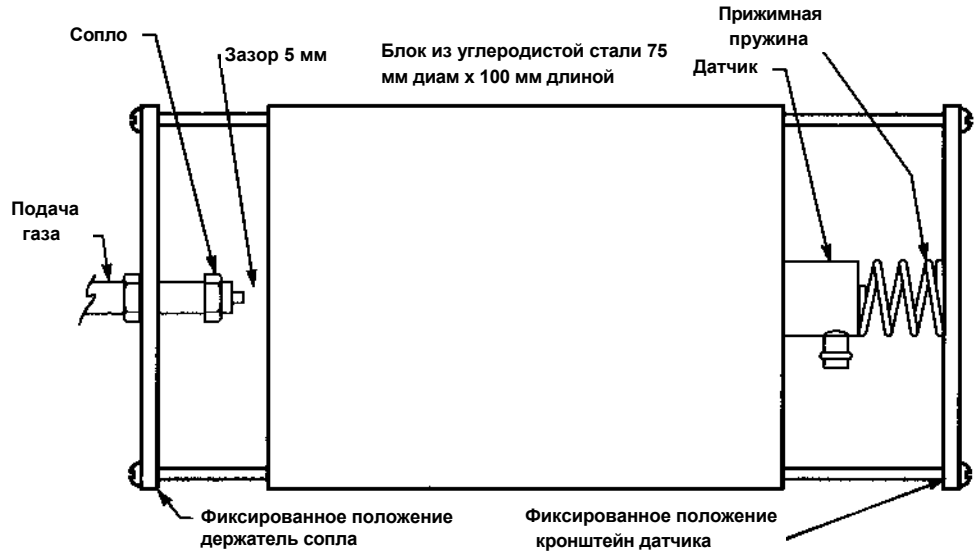
4.4 *Измерительное и регистрирующее оборудование* — Выходной сигнал испытываемого датчика должен быть усилен перед его измерением. После измерения, результаты должны быть сохранены в такой форме, которая позволит в дальнейшем либо провести сравнение с другим датчиком, либо с тем же самым датчиком, но в другое время.

4.4.1 *Предусилитель* — Предусилитель, вместе с коаксиальным кабелем от датчика к предусилителю обеспечивает электрическую нагрузку датчика, усиливает выходной сигнал и отфильтровывает нежелательные частоты. Электрическая нагрузка на датчик может исказить низкочастотный отклик датчика с низким внутренним емкостным сопротивлением. Чтобы предотвратить это, рекомендуется использовать короткие кабели датчиков (<2 м), при этом резистивная составляющая входного полного сопротивления предусилителя должна составлять 20 кОм или более. Коэффициент усиления должен быть фиксированным. Для большинства датчиков подходит диапазон от 40 до 60 дБ. Полоса пропускания предусилителя должна составлять, по крайней мере, от 20 до 1200 кГц. Рекомендуется иметь один запасной предусилитель для использования только в испытательных установках. Однако иногда необходимо испытывать датчик с соединенным предусилителем в качестве эксперимента.

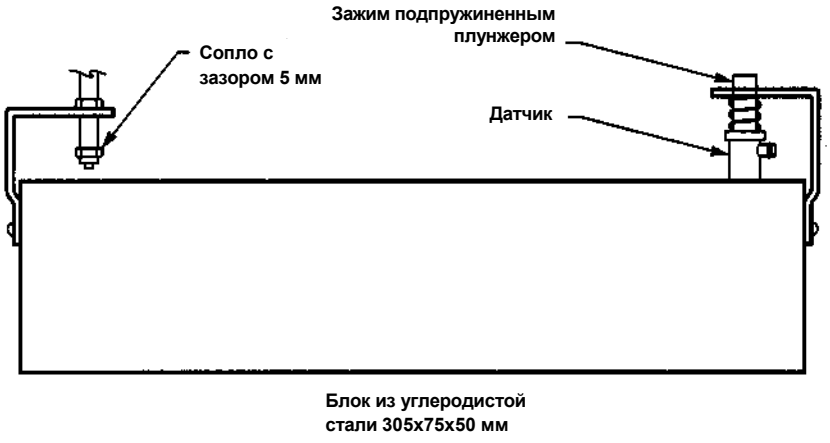
4.4.2 *Измерительные приборы, основанные на колебательном сигнале и запоминающие осциллографы*— колебательный сигнал, который выдает датчик в ответ на одиночный импульс или слом карандашного грифеля, может быть измерен и зафиксирован самописцем переходных процессов, цифровым осциллографом или системой акустической эмиссии, основанной на колебательном сигнале. Этот колебательный сигнал может быть сохранен в компьютере, отображен на экране компьютера или выведен на принтер. Скорость преобразования должна быть как минимум 10 образцов на период колебательной волны с наибольшей частотой. Меньшие скорости могут привести к искажению или потере точности формы волны. При сравнении колебательных сигналов необходимо сделать акцент на нескольких первых циклах и на больших амплитудах. Небольшие отклонения в конце колебательного сигнала часто появляются в результате небольших изменений в акустическом контакте или расположении датчиков во время испытания. Колебательный сигнал может также быть преобразован в частотной области при помощи быстрого преобразования Фурье (FFT) для анализа амплитудно-частотной характеристики.

4.4.3 *Спектроанализаторы* могут использоваться с акустическими сигналами, генерируемыми ультразвуковым преобразователем, который работает либо от генераторов белого шума, либо от генераторов качающейся частоты, от струи газа или акустических сигналов, создаваемыми любыми источниками, которые улавливаются регистраторами неустановившегося процесса и затем проигрываются в спектроскопе. Соответствующий спектроскоп должен отображать спектр, покрывающий диапазон частоты от 20 кГц до 1,2 МГц. Амплитуда должна быть отображена на логарифмической шкале, охватывающий диапазон, по крайней мере, 50 дБ с целью отражения полного динамического диапазона датчика. Спектр может быть зарегистрирован с помощью фотографии с осциллографа. Однако наиболее удобен выходной сигнал на графике в осях XY с указанием амплитуды ответного сигнала датчика или

РИС. 3 БЛОКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГАЗОВОЙ СТРУЕЙ



(a) Испытание на сравнение противоположных поверхностей



(b) Испытание на сравнение одинаковых поверхностей

зависимости энергии от частоты как показано на Рис.6.

4.4.4 *Система акустической эмиссии* — Датчик может быть охарактеризован с помощью системы акустической эмиссии и импульсного источника, такого как слом карандашного грифеля, ультразвуковой (или АЭ) преобразователь, работающий от импульсного генератора или любого импульсного источника, который встроен во многие системы АЭ с автоматизированными возможностями подачи импульса. Одна или несколько значительных характеристик сигналов АЭ (таких как амплитуда, счет или энергия) могут использоваться для описания отклика датчика. Характеристики АЭ для каждого импульса сигнала должны измеряться для нескольких импульсов (по крайней мере, трех). Регистрируемые данные должны включать отдельные значения характеристик АЭ (с целью воспроизведения) и средние показатели (для определения чувствительности). Кроме того, необходимо регистрировать усиление системы, усиление предусилителя, фильтрацию и любые другие значительные изменения системы АЭ.

4.4.4 *Вольтметр* — Вольтметр переменного тока может использоваться для измерения выходных сигналов датчика, производимых сигналами, генерируемыми ультразвуковым преобразователем, работающим от генератора качающейся частоты. Характеристика вольтметра должна быть ровной на диапазоне частот от 10 кГц до 2 МГц. Желательно, чтобы вольтметр имел логарифмический выход или был способен работать с логарифмическим преобразователем. Выходной сигнал вольтметра или преобразователя записывается регистратором XY в качестве функции частоты.

4.4.5.1 Ограниченный динамический диапазон показаний вольтметра действующих значений нежелателен по сравнению с обычным усредняющим вольтметром переменного тока, используемым с генератором качающейся частоты. Однако, примерная оценка работы датчика может быть проведена с помощью вольтметра действующих значений или переменного тока для измерения выходного сигнала датчика, работающего от широкополосного источника, такого как генератор белого шума или газовая струя.

5. Процедура

5.1 Поместите испытываемые датчики на испытательном блоке или прутке, обеспечив как можно более идентичные положения. Необходимо прикладывать идентичные усилия для удержания датчика или блока (прутка) вместе.

РИС. 4 ПОЛИАКРИЛАТНЫЙ ПРУТОК

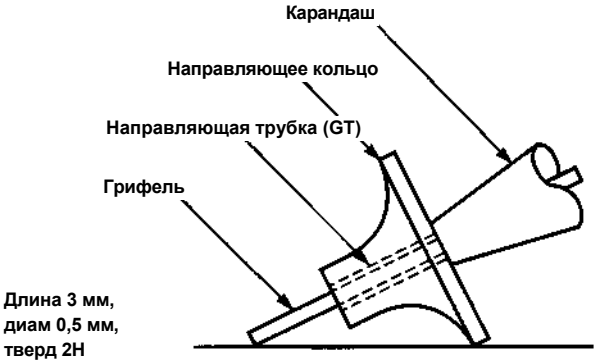


Рекомендуется контактная среда низкой вязкости для обеспечения воспроизводимой и минимальной толщины контактного слоя. Для всех установок, проведите несколько замеров перед определением окончательного показателя, чтобы обеспечить воспроизводимость. Во время первоначальных замеров, выводите изображение выходного сигнала предусилителя на осциллограф, чтобы убедиться, что сигналы не подрезаются перевозбуждением предусилителя. Установите письменные процедуры и следуйте им для обеспечения воспроизводимости при серии испытаний.

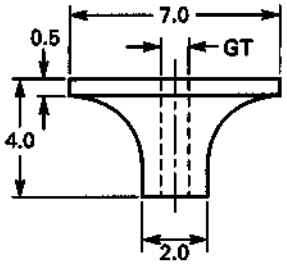
6. Интерпретация результатов

6.1 Кратковременная воспроизводимость результатов, охватывающая такие действия, как снятие и повторная установка датчика, должна быть выше 3 дБ, если испытание проводится при нормальных рабочих условиях. Длительная воспроизводимость системы испытаний должна периодически проверяться с помощью эталонного датчика, который не подвержен риску повреждений от окружающей среды. Различия в отклике датчика более 4 дБ указывают на повреждения или ухудшение рабочих свойств, кроме того, необходимо установить причину несоответствия показаний. Хотя нет четких критериев приемлемых уровней снижения показаний датчика, датчик, у которого чувствительность упала более чем на 6 дБ, будет считаться негодным для измерения акустической эмиссии.

РИС. 5 НАПРАВЛЯЮЩЕЕ КОЛЬЦО ДЛЯ ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА



(a) Башмак Нильсена на источнике-имитаторе Су-Нильсена



Диаметр	GT (±0,05 мм)
0,3 мм	0,84 мм
0,5 мм	0,92 мм

Направляющее кольцо
Тефлон
Размеры приведены в мм
Допуски +0,1 мм
(если не указано иначе)

(b) Башмак Нильсена

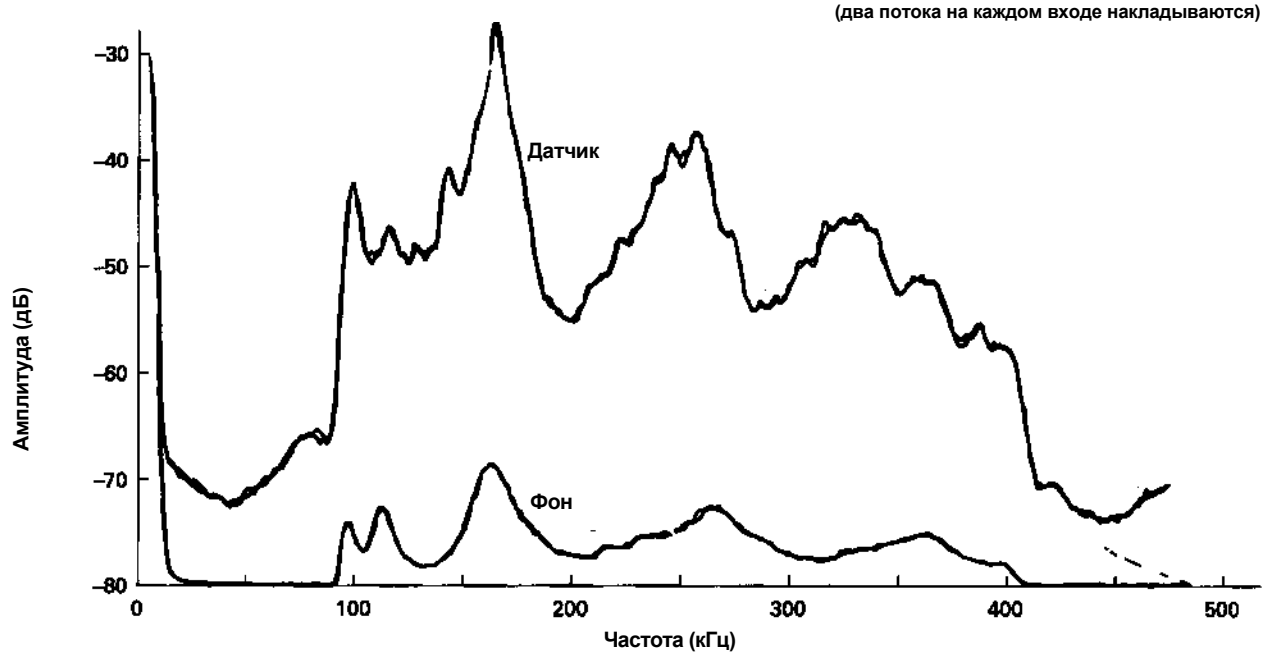
РИС. 6 ПРИМЕР ГРАФИКА РЕГИСТРАТОРА X-Y СПЕКТРОСКОПА (150 КГЦ РЕЗОНИРУЮЩИЙ ДАТЧИК)

Газ: сверх сухой воздух, 200 КПа
Сопло: 0,25 мм диам. диффузионное
Блок: 305 мм x 75 мм x 50 мм углеродистая сталь
Датчик и струя на одной поверхности (50 x 305 мм), расстояние: 260 мм

КИП АЭ:
Предусил: +40 дБ усил.
Усил.: +21 дБ усил.
Фильтр: 100-400 кГц, полосовой

Спектроскоп:
H.P. 8552B / 8553B
Центральная частота: 250 кГц, полоса пропускания: 3 кГц
Скан/дел: 50 кГц, Время скан: 2 с/дел
Ослабл на входе: 0 дБ, нач. точка: 0 дБ, 10 дБ/дел.
Видеофильтр: 10 Гц

(два потока на каждом входе накладываются)



СТАНДАРТНОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАЛИЧИЯ УТЕЧЕК И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ УСТАНОВЛЕННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ДАТЧИКОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

SE-1211

Аналогично документу ASTM Specification E 1211-02.)

1. Область применения

1.1 Данное практическое руководство описывает пассивный метод определения наличия и местоположения постоянного источника утечек газа и жидкости из системы под давлением. Данный метод использует установленные на поверхности датчики акустической эмиссии (по неконтактным датчикам см. Test Method E 1002) или датчики, соединенные с системой посредством акустических волноводов (дополнительную информацию см. в Terminology E 1316), и может использоваться для непрерывного наблюдения и наблюдения при проведении гидравлических испытаний систем трубопроводов и систем сосудов высокого давления. Возможно получение высокой чувствительности, однако, получаемые значения зависят от интервала датчика, уровня фонового шума, давления системы и типа утечки. Данное руководство не предназначено для количественного измерения скорости утечки.

1.2 Значения, приведенные в дюймах, должны считаться стандартными. Единицы системы СИ представлены только для справки.

1.3 *Настоящий стандарт не направлен на решение всех вопросов техники безопасности, если таковые имеются, связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности и охраны труда и определение применимости регулятивных ограничений до начала его применения.*

2. Справочные документы

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 650 Руководство по монтажу пьезоэлектрических датчиков акустической эмиссии (Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors)

E 750 Методика классификации КИП акустической эмиссии (Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation)

E 976 Руководство по определению воспроизводимости отклика датчика акустической эмиссии (Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response)

E 1002 Метод испытаний на утечки с помощью ультразвука (Test Method for Leaks Using Ultrasonics)

E 1316 Терминология неразрушающего контроля (Terminology for Nondestructive Examinations)

2.2 *Другие документы:*

SNT-TC-1A Практические рекомендации по аттестации и выдаче свидетельств персоналу, проводящему неразрушающий контроль (Recommended Practice for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification)

ANSI/ASNT CP-189 ASNT стандарт по аттестации и выдаче свидетельств персоналу, проводящему неразрушающий контроль (Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel)

MIL-STD-410 Аттестация и выдача свидетельств персоналу, проводящему неразрушающий контроль (Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification)

3. Краткое изложение методики

3.1 Данное практическое руководство требует использования контактных датчиков, усиливающего электронного оборудования и оборудования для изменения уровня выходного сигнала датчика. Датчики могут быть установлены в период испытаний или ранее и обычно остаются на одном положении и не перемещаются с места на место.

3.2 Определение постоянной утечки основано на определении постоянного, широкополосного сигнала, генерируемого утечкой. Определение сигнала происходит через измерение уровня входного сигнала, например среднеквадратической амплитуды.

3.3 Самая простая процедура установления утечки включает *только* определение утечек, при этом каждый датчик рассматривается отдельно. Более сложное испытание требует обработки уровней сигналов от двух или нескольких датчиков для вычисления примерного положения протечки, основываясь на принципе, что амплитуда сигнала утечки уменьшается в зависимости от расстояния от источника.

4. Значимость и применение

4.1 Утечка газа или жидкости из системы под давлением через трещину, диафрагму, разрыв уплотнения или другое отверстие может создавать турбулентное или кавитационное течение, которое генерирует акустическую энергию, как во внешней атмосфере,

4.2 При правильно выбранной ширине полосы пропускания частот чувствительность сигналов утечки может быть увеличена до максимума путем уменьшения фонового шума. При низких частотах, обычно менее 100 кГц, возможно, что утечка будет возбуждать механические резонансы внутри конструкции, которые могут усиливать акустические сигналы, используемые для определения протечки.

5. ОСНОВА ПРИМЕНЕНИЯ

5.1 Аттестация персонала

5.1.1 Если указано в контрактном соглашении, персонал, проводящий испытания в соответствии с данным стандартом должен пройти аттестацию согласно методике аккредитации персонала неразрушающего контроля, признанной на национальном уровне, или стандарту, такому как ANSI/ ASNT CP-189, SNT-TC-1 A, NAS-410, или аналогичному документу и сертифицирован нанимателем или сертифицирующим агентством, если применимо к данной ситуации. Методика или стандарт и их соответствующие редакции должны быть определены в контрактных соглашениях между сторонами.

5.2 Аттестация организаций, проводящих неразрушающий контроль

5.2.1 Если указано в контрактных соглашениях, организации, проводящие НРК, должны быть аттестованы и сертифицированы согласно Practice E 543. Применимая редакция Practice E 543 должна быть указана в контрактном соглашении.

5.3 Время проведения испытания

5.3.1 Время проведения испытания должно соответствовать пункту 7.1.7, если не указано иначе.

5.4 Объем испытания

5.4.1 Объем испытания должен соответствовать пунктам 7.1.4 и 10.1.1.1, если не указано иначе.

5.5 *Критерии отчета/критерии приемки*

5.5.1 Критерии отчета по результатам испытаний должны соответствовать пункту 10.2.2 и Разделу 11, если не указано иначе. Так как критерии приемки не указаны в данном стандарте, они должны быть указаны в контрактном соглашении.

5.6 *Повторное испытание прошедших ремонт/доработку позиций*

5.6.1 Повторное испытание прошедших ремонт/доработку позиций не рассматривается в данном стандарте и при необходимости должно быть указано в контрактном соглашении.

6. ПОМЕХИ

6.1 Внешние и внутренние источники шума могут повлиять на чувствительность системы АЭ по определению утечек. Примерами источников шума могут быть:

6.1.1 Турбулентное течение или кавитация внутреннего потока;

6.1.2 Шум от шлифовки или механической обработки системы;

6.1.3 Воздушный акустический шум, в диапазоне частот измерительной системы;

6.1.4 Металлические воздействия или свободные детали, часто ударяющие о границу давления; и

6.1.5 Электрический шум, улавливаемый каналами датчиков.

6.2 Стабильность и непрерывность фонового шума также может отразиться на максимальной возможной чувствительности, так как колебания фонового шума определяют малейшие изменения в уровне, который может быть определен.

6.3 Датчики акустической эмиссии должны иметь постоянные по времени характеристики и зависящие от системы наблюдения и характеристик испытания системы КИП, таких как температура.

6.4 Наблюдение с помощью неисправных датчиков, шум от электронного формирователя сигнала или несоответствующий уровень коэффициента усиления могут снизить чувствительность.

7. ОСНОВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

7.1 При подготовке и планировании наблюдения следует обратить внимание на следующее:

7.1.1 Уже известные протечки и их расстояние до предполагаемых для наблюдения областей должны быть учтены так, чтобы оценить их влияние на метод.

7.1.2 Тип сосудов, трубопроводов или установки, в сборе или чертежи общего расположения, или и то, и другое, предоставляющие достаточно информации о размерах, изменениях в форме, которые могут повлиять на характеристики потока, расположении сварных швов и расположении составляющих компонентов, таких как клапаны или фланцы, и оснастки сосудов или труб, такой как подвески трубопровода, где, скорее всего, будут возникать утечки. Должны быть указаны районы с трудным доступом ввиду наличия стенок, наличие или расположение обшивки или изоляции, или компонентов, находящихся под поверхностью.

7.1.3 В случае, когда, прежде всего, необходимо определить расположение пика, необходима количественная информация о скорости утечек и по возможности о типе утечки.

7.1.4 Объем наблюдения, например, только за всем объемом границы давлений, областей сварных швов и т.д.

7.1.5 Спецификации на материалы и тип покрытия поверхности (например, краска или другое покрытие) для оценки распространения акустических характеристик по конструкции.

7.1.6 Предлагаемая программа подачи давления или график процесс-давление, определяющий давление в системе вместе с планом или схемой системы подачи давления, а также указанием типа используемой жидкости, например, газ, воды или масло.

7.1.7 Время проведения испытания, то есть, точка(и) в процессе изготовления или процессе эксплуатации, в которых система должна проходить испытания, или и то, и другое.

7.1.8 Диапазон частот, используемый в оборудовании для наблюдения.

7.1.9 Условия окружающей среды во время испытаний, которые могут отразиться на приборах и интерпретации результатов; например, температура, влажность, радиоактивность, вибрация, давление и электромагнитное воздействие.

7.1.10 Ограничения процедуры монтажа датчиков, при наличии, включая ограничения по материалам контактной среды.

7.1.11 Расположение датчиков или волноводов и подготовка их к установке для обеспечения соответствующего покрытия зон, указанных в пункте 7.1.3. Если определенные сечения необходимо наблюдать с помощью определенных датчиков, то необходимо указать размещение датчиков на сосуде или всей системе. Точки расположения датчиков должны быть указаны как можно раньше для определения возможных трудностей при размещении.

7.1.12 Процедура связи между персоналом по акустической эмиссии и контролирующим персоналом, временные интервалы, в течение которых необходимо снимать показания давления, процедура извещения о непредвиденных изменениях в давлении системы.

7.1.13 Требования к текущим отчетам, если применимо.

7.1.14 Содержание и форма отчета об испытаниях, при необходимости.

7.1.15 Аттестация и сертификация эксперта по акустической эмиссии, если требуется.

8. АППАРАТУРА

8.1 *Датчики* — Датчики акустической эмиссии обычно представляют собой пьезоэлектрические устройства, которые монтируются согласно Practice E 650 для обеспечения необходимого контакта сигнала. Диапазон частот датчиков может достигать 1 МГц, используются либо широкополосные, либо резонансные датчики. Могут использоваться большие частоты для достижения лучшего распознавания воздушного или механического фонового шума.

8.2 *Усилители* — Усилители должны обеспечивать достаточное усиление для обработки сигнала оборудованием и определения уровня акустического фонового шума в системе под давлением. Необходимо выбрать полосу пропускания датчика/усилителя, чтобы уменьшить фоновый шум.

8.3 *Процессор сигнала* — процессор сигнала измеряет среднеквадратический уровень, силу сигнала акустической эмиссии, средний уровень сигнала или любые другие аналогичные параметры непрерывного сигнала. Может быть включен процессор определения утечки для вычисления расположения источника по уровню сигнала и данным о затухании. Уставки сигнализации также могут быть учтены в качестве функции процессора.

8.4 *Имитатор сигнала утечки:*

8.4.1 Необходимо включить устройство для имитации сигнала утечки с целью определения эффективности системы наблюдения. В качестве такого устройства можно рассматривать: датчик на границе разницы давления, работающий от генератора случайного шума, маленькая струя воды или струя газа.

8.4.2 При определении расположения утечки, первоначально необходимо провести имитацию утечек на достаточно большом количестве различных точек для определения правильной работы алгоритма определения положения.

9. ПОВЕРКА РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

9.1 Снятие характеристик состоит из двух этапов. Первый этап состоит в калибровке и поверке оборудования в лабораторных условиях. Данная процедура не входит в настоящий стандарт (см. Practice E 750), но результаты должны быть предоставлены по запросу владельцам системы. Второй этап касается проверки на месте для поверки чувствительности всех каналов и удовлетворительной работы оборудования. Для каждой операции по калибровке необходимо подготовить письменную процедуру.

9.2 Поверка чувствительности всех датчиков на месте должна производиться с помощью размещения имитатора сигнала утечки (см. Guide E 976) на определенных расстояниях от каждого датчика и регистрации уровня выходного сигнала с усилителя, как указано в зажиме входа усилителя. Коэффициенты усиления могут быть откорректированы с введением поправки на изменения чувствительности.

9.3 Периодические проверки чувствительности должны проводиться в течение долгих испытаний (дней) или при любом изменении условий окружающей среды. Проверка относительной чувствительности производится с помощью включения нескольких датчиков или активации различных устройств, имитирующих утечки, таких как струи воды или газа, и замеров выходных сигналов принимающих датчиков. Скорость выходных сигналов принимающих датчиков для определенной точки должна оставаться постоянной по времени. Любое изменение скорости указывает на отклонение в работе. В данном случае все датчики системы могут сравниваться с одним или несколькими опорными сигналами, после чего производятся необходимая регулировка (см. Guide E 976).

9.4 При расчете расположения утечки необходимо характеризовать акустическое затухание между датчиками по диапазону рассматриваемых частот, в особенности при наличии несплошностей, таких как стыки труб, которые могут повлиять на однородность затухания. Данные измерения затем должны быть внесены в алгоритм локации источника.

10. ПРОЦЕДУРА

10.1 *Требования перед испытанием:*

10.1.1 Перед началом наблюдения за акустической эмиссией убедитесь, что выполняются следующие требования:

10.1.1.1 Оцените затухающий эффект, то есть, изменение в амплитуде сигнала с длиной пути распространения звука, чтобы определить эффективную площадь, покрываемую отдельным датчиком; в случае групп датчиков – максимальное расстояние между контрольными точками.

10.1.1.2 Убедитесь в расположении датчиков в определенных заранее позициях. Если в процессе установки необходимо изменить данные положения, зарегистрируйте новые положения датчика. Зарегистрируйте также метод крепления датчиков и используемую контактную среду.

10.1.1.3 Ознакомьтесь с графиком выполнения работ для определения всех потенциальных источников внешнего акустического шума, таких как перемещение сопла-заглушки, вибрация насоса, ход клапана, движения персонала, поток жидкости и турбулентность. Такие источники могут требовать звукоизоляции или контроля, чтобы не скрывать релевантные утечки внутри испытываемого сосуда или конструкции. Неконтролируемое выделение акустических помех такими условиями, как дождь, дождь со снегом, град, песок, ветер (для незащищенных сосудов), строгание или шлифование, должно учитываться и их эффект по возможности уменьшаться применением звукоизоляции. Такие источники необходимо регистрировать.

10.2 *Наблюдение акустической эмиссии:*

10.2.1 Уровень шума для каждого канала или каждой группы должен постоянно или периодически регистрироваться, при необходимости. Давление или другие значительные параметры, или и то, и другое, обычно регистрируются для обеспечения соотнесения с данными об акустической эмиссии.

10.2.2 Если увеличение уровня шума связано с обнаруженной утечкой, оператор должен сообщить владельцу системы о том, кто будет выяснять происхождение утечки и ее природу. Если обнаруженная утечка не входит в рассматриваемый участок исследуемой конструкции (внешняя утечка), то она должна быть остановлена или уменьшена до уровня, обеспечивающего надлежащее наблюдение. Если внешние утечки не могут быть остановлены, то необходимо учитывать эффект таких сигналов на чувствительность системы АЭ. Необходимо подготовить отчет, а затем провести визуальный (или другой) контроль.

11. ОТЧЕТ

11.1 В отчете указывают следующую информацию:

11.1.1 дата испытания,

11.1.2 Ф.И.О. персонала,

11.1.3 характеристики датчиков и их расположение,

11.1.4 вид контакта датчиков с конструкцией,

11.1.5 система акустической эмиссии и ее характеристики,

11.1.6 условия эксплуатации,

11.1.7 результаты первоначальной калибровки (лаборатория),

11.1.8 результаты калибровки на месте и поверки оборудования,

11.1.9 результаты измерений,

11.1.10 анализ и проверка результатов,

11.1.11 результаты визуального (или другого) контроля,

11.1.12 представление количества и расположения выявленных утечек,

11.1.13 анализ измерений фонового шума,

11.1.14 оценка качества измерения и причин любого снижения чувствительности, и

11.1.15 заключения и рекомендации.

12. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

12.1 акустическая эмиссия; непрерывное наблюдение; гидравлические испытания; определение утечки; неразрушающий контроль; системы трубопроводов; сосуды под давлением.

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

X1. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

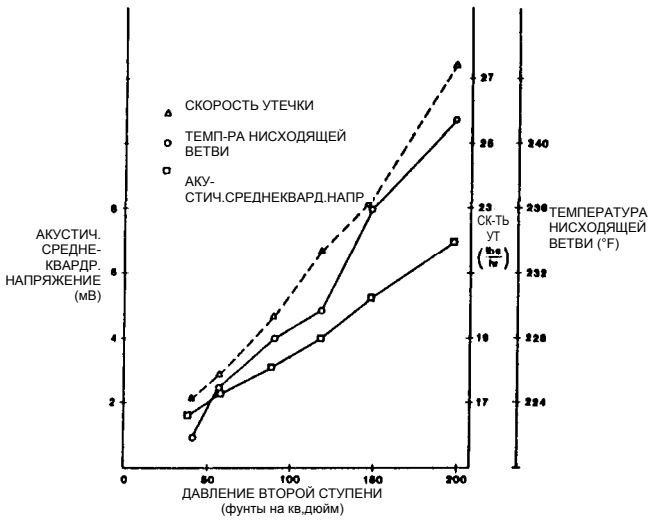
X1.1 Следующие примеры выбраны для иллюстрации применения испытания на утечку акустической эмиссией и не предназначены для детального описания применения.

X1.1.1 *Испытание на утечку акустической эмиссией предохранительного клапана* — Предохранительный клапан с протекающей опорной поверхностью контролируемой задвижки был испытан в лабораторных условиях с целью определения соотношения шума утечки со скоростью утечки или давлением второй ступени. Скорость утечки, температура нисходящей ветви и среднеквадратическое напряжение акустического сигнала были занесены в график в зависимости от давления второй ступени на Рис. X1.1. Датчик АЭ был закреплен на наружном корпусе контролируемой конструкции. Фильтрация сигнала осуществлялась полосовым фильтром в диапазоне от 5 до 10 кГц. Температура нисходящей ветви измерялась с помощью термоэлемента поблизости от “линии выхода управляющего клапана.” При увеличении давления второй ступени с 40 до 200 фунтов на кв.дюйм (280 до 1400 кПа), скорость утечки возросла на 59%, температура повысилась на 9%, и среднеквадратическое напряжение АЭ поднялось на 370%. Поэтому, чувствительность была отличной (см. Рис. XI. 1).

X1.1.2 *Испытание на утечку акустической эмиссией от шаровых клапанов для забортной воды*— Акустический датчик утечки клапана ВМФ США обнаруживает энергию акустических эмиссий, связанную с утечкой в диапазоне частот от 10 до 100 кГц. Данный диапазон был выбран, так как клапанами выделяется значительная энергия, которая в данном диапазоне часто затухает из-за увеличения расстояния от источника. Таким образом, электрический шум может быть отделен от сигнала электрическим способом. На Рис. XI.2 показана примерная скорость утечки в зависимости от уровня акустической эмиссии для шарового клапана 4 дюйма.

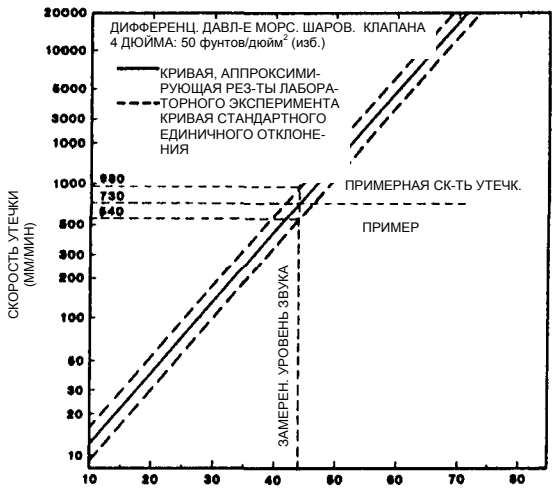
X1.1.3 *Испытание на утечку акустической эмиссией от подводной транспортной линии сырой нефти* — Секция стальной трубы диаметром 12 дюймов, выходящая на морскую буровую платформу, была проверена на подтверждение подозрений об утечке. Во время приемочных гидравлических испытаний линии было отмечено, что давление падает на 60 фунтов на кв.дюйм в час (410 кПа/ч) (примерно), начиная с 3200 фунтов на кв. дюйм избыточного давления (22 МПа) (примерно). Источник предполагаемой утечки находился на фланцах проставышей труб. Показания уровня сигнала были измерены на райзере 12 дюймов на платформе и после того, как давление на трубу было увеличено до 3200 фунтов на кв. дюйм избыточного давления (22 МПа).

РИС. X1.1 ПРИМЕР ИСПЫТАНИЯ НА УТЕЧКУ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИЕЙ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА НА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ



Примечание 1— 0°F = 32°C.
Примечание 2—1 фунт на кв.дюйм- 6,9 кПа.

РИС. X1.2 ОЦЕНКА СКОРОСТИ УТЕЧКИ ПО УРОВНЮ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ НА ШАРОВЫХ КЛАПАНАХ ЗАБОРТНОЙ ВОДЫ 4 ДЮЙМА



Данные показания сравнивались с показаниями, полученными на двух соседних трубах, а также на ближайшей опоре конструкции (см. Таблицу X1.1). Использовались дополнительные показания для определения величины сигнала, вызываемого волнением и другими конструктивными шумами. Первоначальные показания были измерены при остановке всех работ на платформе и отсутствии всех рабочих. Результаты показали увеличение уровня сигнала примерно на 50% на трубе с утечкой по сравнению с двумя другими райзерами и опорой. Это указало на утечку в непосредственной близости к точке регистрации, в сущности, подтверждая, что утечка имела место в соединительных фланцах проставыша. Затем последовало затягивание определенного фланца водолазом, и специалист по акустической эмиссии подтвердил, что утечка была остановлена. Далее не было установлено каких-либо утечек; ни механическими способами (падение давления), ни акустической эмиссией.

ТАБЛИЦА X1.1
ПОКАЗАНИЯ СИГНАЛОВ

Расположение	Среднеквард.показ.	Комментарий
6-дюйм райзер	0,200 при 60 дБ усил.	эталон
10-дюйм райзер	0,210 при 60 дБ усил.	эталон
12-дюйм райзер	0,300 при 60 дБ усил.	труба с течью
Угловая опора	0,210 при 60 дБ усил.	эталон
Расположение	**Среднеквард.показ.**	**Комментарий**
6-дюйм райзер	0,200 при 60 дБ усил.	эталон
10-дюйм райзер	0,200 при 60 дБ усил.	эталон
12-дюйм райзер	0,200 при 60 дБ усил.	шум от течи остановлен
Угловая опора	0,210 при 60 дБ усил.	эталон

СТАНДАРТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИЕЙ БЕСШОВНЫХ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ, НАПОЛНЕННЫХ ГАЗОМ

SE-1419

(Аналогично документу ASTM Specification E 1419-02b.)

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данный метод испытаний представляет собой руководство по контролю акустической эмиссией (АЭ) бесшовных сосудов под давлением (трубок) типа, который используется для распределения и хранения промышленных газов.

1.2 Данный метод испытаний требует создания повышенного давления до уровня значительно большего, чем нормальная эксплуатация. Среда подачи давления может быть газ или жидкость.

1.3 Данный метод испытаний неприменим к сосудам, используемым при низких температурах.

1.4 Измерения АЭ используются для определения наличия и нахождения местоположения источников эмиссии. Необходимо использовать другие методы неразрушающего контроля (НРК), чтобы оценить значимость источников АЭ. Процедуры других технологий НРК не входят в данный стандарт. См. Приложение 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 — Для определения положения по окружности и размеров дефектов, которые вызывают АЭ, обычно используется ультразвуковой контроль угловым преобразователем по волне сдвига.

1.5 Значения, указанные в дюймах, считаются стандартными. Единицы в скобках представлены только для справки.

1.6 *Настоящий стандарт не направлен на решение всех вопросов техники безопасности, если таковые имеются, связанных с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за установление соответствующих правил техники безопасности и охраны труда и определение применимости регулятивных ограничений до начала его применения.* Специальные меры предосторожности приведены в Разделе 7.

2. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 543 Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing (Практические рекомендации для организаций, проводящих неразрушающий контроль)

E 650 Guide for Mounting Piezoelectric Acoustic Emission Sensors (Руководство по монтажу пьезоэлектрических датчиков акустической эмиссии)

E 976 Guide for Determining the Reproducibility of Acoustic Emission Sensor Response (Рекомендации по определению воспроизводимости отклика датчика акустической эмиссии)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология неразрушающего контроля)

E 2223 Practice for Examination of Seamless, Gas-filled, Steel Pressure Vessels Using Angle Beam Ultrasonics (Методика ультразвуковой дефектоскопии бесшовных стальных сосудов под давлением, наполненных газом, угловым преобразователем)

2.2 *Стандарты ASNT:*

SNT-TC-1A Recommended Practice for Nondestructive Testing Personnel Qualification and Certification (Практические рекомендации по аттестации и сертификации персонала, проводящего неразрушающий контроль)

ANSI/ASNT CP-189 Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel (Стандарт по аттестации и сертификации персонала, проводящего неразрушающий контроль)

2.3 *Свод федеральных нормативных документов:*

Section 49, Code of Federal Regulations, Hazardous Materials Regulations of the Department of Transportation, Paragraphs 173.34, 173.301, 178.36, 178.37, and 178.45 (Нормы по опасным материалам управления транспорта)

2.5 *Стандарты ассоциации по сжатым газам:*

Pamphlet C-5 Service Life, Seamless High Pressure Cylinders (Срок службы бесшовных цилиндров высокого давления)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 *Определения* — См. документ Terminology E 1316 касательно общей терминологии, применимой к данному методу испытания.

3.2 *Определения терминов, характерных для данного стандарта:*

3.2.1 *дефект, критичный к разрушению* — дефект, достаточно большой, чтобы проявить нестабильный рост при условиях эксплуатации.

3.2.2 *номинальное рабочее давление* — давление, на которое рассчитан сосуд. Обычно данное значение указывается на сосуде.

3.2.3 *давление нормального заполнения* — уровень, до которого сосуд может герметизироваться, может быть больше или меньше *номинального рабочего давления.*

4. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

4.1 Датчики АЭ устанавливаются на сосуд, и замеряется эмиссия, в то время как в сосуд подают давление больше, чем давление нормального заполнения.

4.2 Датчики устанавливаются с каждой стороны сосуда и соединяются с процессором сигналов акустической эмиссии. Процессор сигналов использует измеренные временные промежутки поступления выбросов эмиссии для определения линейной локации источников эмиссии. Если замеренная эмиссия превышает допустимый уровень (то есть, если в определенных локациях производится достаточно событий), такие локации будут подвергаться повторному испытанию (например, ультразвуковому).

4.3 Повторное испытание устанавливает наличие дефектов, а также измеряет размеры данных дефектов.

4.4 Если глубина дефекта превышает допустимый уровень (то есть условный уровень, основанный на материале конструкции, толщине стенок, оценке глубины дефектов, критичных к разрушению), тогда сосуд должен быть изъят из эксплуатации.

5. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

5.1 С целью соблюдения мер безопасности, нормативные агентства (например, Департамент транспорта США) требуют проведения периодических испытаний сосудов, используемых для транспортировки промышленных газов (см. Раздел 49, Свод федеральных нормативных документов). Контроль АЭ стал применяться в качестве альтернативы обычному гидростатическому испытанию. В обычном гидростатическом испытании измеряется объемное расширение сосудов.

5.2 Контроль АЭ не должен использоваться в течение одного года после проведения гидростатического испытания. См. Примечание 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Эффект Кайзера связан с пониженной эмиссией, которая ожидается при повторной подаче повышенного давления. Обычные гидростатические испытания используют относительно высокое давление при испытаниях (167% от нормального рабочего давления). (См. Раздел 49, Свода федеральных нормативных документов.) Если контроль АЭ будет проводиться слишком скоро после подачи такого повышенного давления, то результаты АЭ будут малочувствительны к более низкому давлению при испытаниях (то есть, более низкое давление, которое используется при испытании АЭ).

5.3 *Подача повышенного давления:*

5.3.1 Стандартная практика в газовой отрасли – использовать низкую скорость создания повышенного давления. Такая практика позволяет улучшить безопасность и уменьшить инвестиции в оборудование. Контроль АЭ должен проводиться с такой скоростью подачи повышенного давления, чтобы обеспечить равновесие между деформацией сосуда и прилагаемыми нагрузками. Стандартная практика в настоящее время – использовать скорости примерно 500 фунтов на кв.дюйм/ч (3,45 МПа/ч).

5.3.2 Газовые компрессоры нагревают среду, на которую подается повышенное давление. После воздействия такого давления давление сосуда может уменьшиться, так как температура газа приходит в равновесие с условиями окружающей среды.

5.3.3 Эмиссия от дефектов вызывается разрастанием дефекта и вторичными источниками (например, контактом с поверхностью, содержащей трещины или вторичную окалину). Вторичные источники могут производить эмиссию во время подачи повышенного давления в сосуд.

5.3.4 Если давление внутри сосуда низкое, и при этом газ является средой, на которую подается повышенное давление, то скорости потока становятся относительно высокими. Текущий газ (турбулентность) и влияние захваченных частиц могут производить измеримые эмиссии. Учитывая этот факт, получение данных АЭ может начинаться на некотором давлении, выше начального значения (например, 1/3 от максимального испытательного давления).

5.3.5 *Максимальное испытательное давление* — Серьезные дефекты обычно выделяют больше акустической эмиссии (то есть, больше событий, события с большим пиком амплитуды) от вторичных источников, чем от разрастания дефекта. При подаче давления на сосуды, дефекты выделяют эмиссию при давлениях, меньших, чем давление нормального заполнения. Максимальное испытательное давление, которое на 10% больше нормального давления нормального заполнения, позволяет измерять эмиссию от вторичных источников дефектов, а также от разрастания дефекта.

5.3.6 *Схема подачи повышенного давления* — Подача давления должна происходить при скоростях, которые не производят шума от среды, на которую воздействую давлением, и которые позволяют обеспечить равновесие деформации сосуда с прилагаемыми нагрузками. Фиксация давления не обязательна, однако, она может быть полезной по иным причинам, нежели измерение АЭ.

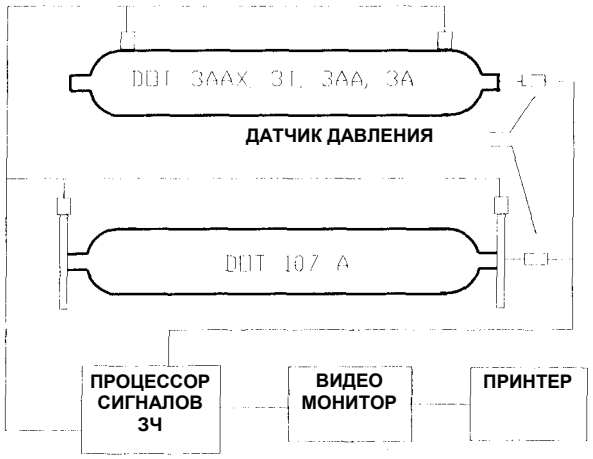
5.4 Чрезмерный фоновый шум может исказить данные АЭ или привести их в негодность. Пользователи должны знать следующие часто встречающиеся источники фонового шума: высокая скорость заполнения газом (измеримый шум потока); механический контакт сосуда с другими объектами; электромагнитные помехи и радиопомехи от находящихся поблизости источников радиовещания и других источников; утечки в трубных или шланговых соединениях; а также воздушные песчаные частицы, насекомые или капли дождя. Данный метод испытаний не должен использоваться, если фоновый шум невозможно уменьшить или контролировать.

6. ОСНОВА ПРИМЕНЕНИЯ

6.1 *Квалификация персонала*

6.1.1 Если указано в контрактном соглашении, персонал, проводящий испытания в соответствии с данным стандартом, должен иметь квалификацию согласно признанной на национальном уровне методике аттестации персонала, проводящего неразрушающий контроль, или стандарту, такому как ANSI/ ASNT CP-189, SNT-TC-1 A, NAS-410, или аналогичному документу и сертифицирован нанимателем или сертифицирующей организацией, если применимо к данной ситуации. Используемая методика или стандарт и их редакции должны быть определены в контрактных соглашениях сторон.

РИС. 1 ВАЖНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТУРЫ



6.2 *Аттестация организаций, проводящий неразрушающий контроль*

6.2.1 Если указано в контрактных соглашениях, организации, проводящие НРК, должны иметь аттестацию и оценку согласно Practice E 543. Применимая редакция Practice E 543 должна быть указана в контрактном соглашении.

6.3 *Время проведения испытания*

6.3.1 Время проведения испытания должно соответствовать пункту 5.2, если не указано иначе.

6.4 *Объем испытания*

6.4.1 Объем испытания должен включать весь сосуд под давлением, если не указано иначе.

6.5 *Критерии отчета/Критерии приемки*

6.5.1 Критерии отчета по результатам испытаний должны соответствовать Разделу 11, если не указано иначе.

6.5.2 Так как критерии приемки (например, эталонные рентгенограммы) не указаны в данном стандарте, они должны быть указаны в контрактном соглашении.

6.6 *Повторное испытание прошедших ремонт/доработку позиций*

6.6.1. Повторное испытание прошедших ремонт/доработку позиций не рассматривается в данном стандарте и при необходимости должно быть указано в контрактном соглашении.

7. АППАРАТУРА

7.1 Важные характеристики аппаратуры, требуемой для проведения данного метода испытаний, представлены на Рис. 1. Полная спецификация приведена в Приложении Al.

7.2 Контактная среда должна использоваться для обеспечения акустического контакта датчиков с поверхностью сосуда. Одобряется использование адгезивов с соответствующими акустическими свойствами и адгезивов, используемых в сочетании с традиционными контактными средами.

7.3 Датчики могут быть зафиксированы с помощью магнитов, клеящей ленты или другими механическими способами.

7.4 Датчики АЭ используются для определения волн напряжения, индуцированных напряжением от дефектов. Датчики должны иметь контакт со стенкой сосуда, чтобы обеспечить соответствующий акустический контакт.

7.5 Предусилитель может быть включен в корпус датчика или может быть в отдельном корпусе. Если используется отдельный предусилитель, то длина кабеля, между датчиком и предусилителем, не должна превышать 6 футов (1,83 м).

7.6 Длина силового/сигнального кабеля (то есть кабель между предусилителем и процессором сигналов) не должна превышать 500 футов (152,4 м). См. A1.5.

7.7 Процессоры сигналов представляют собой компьютеризированные КИП с независимыми каналами, которые фильтруют, измеряют и преобразуют аналоговую информацию в цифровую форму для отображения на дисплее и постоянного хранения. Процессор сигнала должен иметь достаточную скорость и мощность для независимой обработки данных со всех датчиков одновременно. Процессор сигналов должен предоставлять возможность фильтрации данных для повторного воспроизведения. Также необходимо использовать принтер для предоставления твердых копий результатов испытаний.

7.7.1 Видеомонитор должен отображать обработанные данные в различных форматах. Формат дисплея может быть выбран оператором оборудования.

7.7.2 Может использоваться устройство хранения информации, такое как дискета, для обеспечения повторного воспроизведения информации или хранения в архиве.

7.7.3 Необходима возможность получения документальных копий с графического/построчного принтера или аналогичного оборудования.

8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1 Как и в любом испытании под давлением металлических сосудов, температура окружающей среды не должна быть ниже температуры перехода материала сосуда под давлением от пластического к хрупкому состоянию.

9. КАЛИБРОВКА И ЭТАЛОНИРОВАНИЕ

9.1 Необходимо проводить ежегодную калибровку и поверку датчика давления, датчиков АЭ, предусилителей (при наличии), процессора сигналов (в особенности, эталонное время процессора сигналов), и генератора электромагнитных волн АЭ. Оборудование должно быть настроено так, чтобы отвечать техническим характеристикам изготовителя. Инструменты, используемые для калибровки, должны иметь действующее свидетельство точности, которое соответствует Национальному институту стандартов и технологий (NIST).

9.2 Плановые проверки электроники должны проводиться в любое время, если возникают сомнения в правильности работы процессора сигналов. В данной оценке необходимо использовать электронный генератор волн АЭ. Каждый канал процессора сигналов должен давать отклик с пиком амплитуды в диапазоне ±2 дБВ выходного сигнала электронного генератора волн.

9.3 Поверка работы системы должна проводиться непосредственно перед каждым испытанием и после него. В поверке работы системы используются механические устройства для возбуждения волн напряжения в стенке сосуда на определенном расстоянии от каждого датчика. Индуцированные волны напряжения стимулируют датчик таким же образом, как эмиссия от дефекта. Поверка работы системы дает заключение об эффективности работы всей системы (включая контактную среду).

9.3.1 Рекомендуемый метод поверки работы системы – слом карандашного грифеля (PLB). Грифель должен разламываться на поверхности сосуда на расстоянии не менее чем 4 дюйма (10,16 см) от датчика. Рекомендуется использовать грифель 2H, 0,3-мм диаметром, 3-мм длиной (см. Рис. 4 в документе Guide E 976).

9.3.2 *Автоматическое испытание датчика (AST).* В качестве средства обеспечения работы системы можно использовать электромеханическое свойство, такое как пьезоэлектрический генератор импульсов (и датчик, который несет ту же функцию) в сочетании со сломом карандашного грифеля (9.3.1). Это устройство можно использовать для замены осмотра после использования метода слома карандашного грифеля для поверки работы системы (9.3).

10. ПРОЦЕДУРА

10.1 Проведите визуальный осмотр внешней поверхности сосуда. Занесите результаты в отчет о проведении контроля.

10.2 Изолируйте сосуд для предотвращения контакта с другими сосудами, аппаратным обеспечением и так далее. Если сосуд не может быть полностью изолирован, укажите в отчете о проведении контроля внешние источники, которые могут производить эмиссию.

10.3 Подсоедините наполняющий шланг и датчик давления. Устраните любые протечки на соединениях.

10.4 Установите датчик АЭ на каждом конце трубы. Используйте процедуры, указанные в Guide E 650. Датчики должны иметь одинаковое угловое расположение и должны быть расположены на каждом конце сосуда так, чтобы система АЭ могла определить угловое положение источников в стольких сосудах, в скольких это возможно.

10.5 Отрегулируйте установки процессора сигналов. См. Приложение XI для примера.

10.6 Проведите поверку работы системы на каждом датчике (см. 9.3). Убедитесь, что амплитуда пика больше, чем заданное значение (см. Таблицу X1.2). Проверьте, что система АЭ отображает правильное положение (см. Примечание 3) механического устройства, используемого для возбуждения волн напряжения (см. 9.4 и Таблицу XI.2). Перед началом подачи повышенного давления убедитесь, что не существует фонового шума выше установленного порога процессора сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 — Если точность расположения не может быть достигнута с помощью датчиков на двух осевых положениях, то необходимо добавить больше датчиков, чтобы уменьшить расстояние между ними.

10.7 Начните подавать давление в сосуд. Скорость подачи повышенного давления должна быть достаточно низкой, чтобы не регистрировался шум от потока.

10.8 Наблюдайте за испытанием с помощью отображаемых на дисплее графиков событий АЭ в зависимости от осевого положения. Если наблюдается необычный отклик (по мнению оператора), то необходимо прервать подачу повышенного давления и выяснить причину.

10.9 Храните все данные на запоминающем устройстве. Остановите испытание, когда давление достигнет 110% давления нормального заполнения или 110% номинального рабочего давления (выбирается большее значение). Давление должно регистрироваться с точностью до ±2% от максимального испытательного давления.

10.9.1 *Примеры:*

10.9.1.1 Трейлер для перевозки баллонов обычно заполнен до избыточного давления 2640 фунтов на кв.дюйм (18,20 МПа). Подача повышенного давления должна быть остановлена при 2904 фунтов на кв.дюйм (20,02 МПа).

10.9.1.2 Баллон с газом обычно заполняется до избыточного давления 613 фунтов на кв. дюйм (4,23 МПа). Отмеченное рабочее давление составляет 2400 фунтов на кв. дюйм (16,55 МПа). Подача повышенного давления должна быть остановлена при 2640 фунтов на кв.дюйм (18,20 МПа).

10.10 Проведите поверку работы системы на каждом датчике (см. 9.3). Убедитесь, что амплитуда пика больше заданного значения (см. Таблицу X1.2).

10.11 Уменьшите давление до давления нормального заполнения, стравив избыточный газ в ресивер или выпустите газ из сосуда.

10.12 Необработанные данные АЭ должны быть профильтрованы для уменьшения эмиссии от источников, не относящихся к конструкции, например, электронный шум.

10.13 Воспроизведите снова данные испытаний. Проанализируйте графики распределения локации (события АЭ в зависимости от положения на оси) всех испытанных сосудов.

10.14 Основываясь на повторном воспроизведении данных, определите, требуется ли вспомогательное испытание (ультразвуковой контроль). (Ультразвуковой контроль должен проводиться в соответствии с Practice E 2223.) В Приложении XI приведены примеры таких решений.

11 ОТЧЕТ

11.1 Подготовьте письменный отчет о каждом испытании. Укажите следующую информацию:

11.1.1 Имя владельца сосуда и номер транспортного средства (если применимо к данной ситуации).

11.1.2 Дата и место проведения испытания.

11.1.3 Дата проведения предыдущего испытания, и максимальное испытательное давление в предыдущем испытании. См. Примечание 4.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Если оператору известно, что к сосуду прикладывали давление, превышающее давление нормального заполнения, то данные об этом должны быть занесены в отчет.

11.1.4 Любая спецификация Департамента транспорта США, который применим к сосуду.

11.1.5 Любое исключение из спецификаций Департамента транспорта, которое применимо к сосуду.

11.1.6 Давление нормального заполнения и номинальное рабочее давление.

11.1.7 Среда создания повышенного давления.

11.1.8 Давление, при котором производилось снятие показаний.

11.1.9 Максимальное испытательное давление.

11.1.10 Локация источников АЭ, которые превышают критерии приемки. Локация должна включать расстояние от конца сосуда, на котором нанесет серийный номер (обычно он указывается на стенке сосуда).

11.1.11 Подпись специалиста.

11.1.12 Схема распределения, на которой указано относительное расположение сосудов (если производятся испытания нескольких сосудов).

11.1.13 Результаты визуального осмотра.

11.1.14 Результаты испытаний АЭ, включая графики событий в зависимости от расположения каждого сосуда и графики сводных событий в зависимости от давления для каждого сосуда.

12. ТОЧНОСТЬ И СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ

12.1 На точность определения локации влияют факты, которые также влияют на распространение упругих волн, путем контактной среды датчика и уставок процессора сигналов.

12.2 **Возможно** измерить АЭ и вывести локацию источников АЭ, которые не могут быть определены другими способами неразрушающего контроля. Если замеряются такие эмиссии, и они производятся дефектами, то такие дефекты обычно малы и незначительны для всей конструкции.

13. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

13.1 акустическая эмиссия; цилиндры; дефекты; давление газа; бесшовный; стальной

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Обязательная информация)

AL. СПЕЦИФИКАЦИИ НА КИП

A 1.1 Датчики

A1.1.1 Датчики АЭ должны иметь повышенную чувствительность в диапазоне частот от 20 до 1200 кГц. Датчики могут быть широкополосные или резонансные.

A1.1.2 Чувствительность должна быть больше -77 дБВ (при этом 1 В/мкбар - значение, определяемое при ультразвуковом контроле от поверхности до поверхности) в диапазоне частот предполагаемого использования.

A1.1.3 Чувствительность в диапазоне предполагаемого использования не должна изменяться более чем на 3 дБ в предполагаемом диапазоне температур, при которых датчики будут использоваться.

A1.1.4 Датчики должны быть защищены от электромагнитных помех соответствующим конструктивным исполнением или конструкцией, основанной на разделительном принципе (принципе несовпадения), или и тем, и другим.

A1.1.5 Датчики должны быть электрически изолированы от проводящих поверхностей посредством башмака (износостойкой накладки).

A1.2 Сигнальный кабель

A1.2.1 Сигнальный кабель датчика, который соединяет датчик и предусилитель, не должен иметь выходной сигнал более 3 дБ [6 футов (1,83 м) стандартная максимальная длина]. Внутренние предусилители датчиков отвечают данному требованию. Они имеют встроенные короткие интегрированные сигнальные кабели.

A1.2.2 Сигнальные кабели должны быть защищены от электромагнитных помех. Обычно подходит стандартный коаксиальный кабель.

A1.3 Контактная среда

A1.3.1 Контактная среда должна обеспечивать соответствующую эффективность ультразвукового контакта в течение испытания.

A1.3.2 Контактная среда должна быть термостабилизирована в температурном диапазоне, предназначенном для использования.

A1.3.3 Допускается использование адгезивов, если они удовлетворяют требованиям эффективности ультразвукового контакта и термостабильности.

A1.4 Предусилитель

A1.4.1 Уровень шума предусилителя не должен превышать 7 мкВ (ср.кв.) (в отношении короткозамкнутого конца) в диапазоне полосы пропускания.

A1.4.2 Усиление предусилителя не должно изменяться более чем на ±1 дБ в диапазоне частот и температур предполагаемого использования.

A1.4.3 Предусилитель должен быть защищен от электромагнитных помех.

A1.4.4 Предусилители дифференциальной конструкции должны иметь минимально 40-дБ ослабления синфазного сигнала.

А**1.4.5** Предусилитель должен включать полосовой фильтр с ослаблением сигнала минимум 24-дБ/октаву и затуханием сигнала выше или ниже диапазона частот от 100 до 300 кГц.

A1.5 Силовой/сигнальный кабель

A1.5.1 Силовые/сигнальные кабели подают энергию на предусилители и передают усиленные сигналы на главный процессор. Они должны быть защищены от электромагнитных помех. Потеря сигнала должна составлять менее 1 дБ/100 футов (30,48 м) длины кабеля. Обычно подходит для использования стандартный коаксиальный кабель. Потеря согнала с силового/сигнального кабеля должна быть не более 3 дБ.

A1.6 Электропитание

A1.6.1 Необходимо использовать постоянное электропитание с заземлением, отвечающее техническим требованиям изготовителя процессора сигналов.

A1.7 Процессор сигналов

A1.7.1 Усиление электронной схемы должно быть стабильным в рамках ±2 дБ при температурном диапазоне от 40 до 100°F (от 4,4 до 37,8°C).

A1.7.2 Допуск на значение порога составляет ±2 дБ.

A1.7.3 Измеряемые параметры АЭ должны включать: показания превышения порога, пик амплитуды, время поступления, время подъема и длительность каждого хита. Также должно измеряться внутреннее давление сосуда.

A1.7.4 Счетная схема должна отсчитывать превышения порога с точностью ±5% точных счетов.

A1.7.5 Допуск на значение пика амплитуды составляет ±2 дБВ.

A1.7.6 Допуск на время поступления на каждом канале составляет ±1,0 мкс.

A1.7.7 Допуск на длительность составляет ±10 мкс.

A1.7.8 Допуск на порог составляет ±1 дБ.

A1.7.9 Допуск на время поступления составляет 0,5 мкс.

A1.7.10 Допуск на время нарастания составляет ±10 мкс.

A1.7.11 Допуск на параметрические показания напряжения от датчиков давления составляет ±5% от номинального рабочего давления.

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

X1. ПРИМЕР УСТАВОК КИП И КРИТЕРИЕВ ОТБРАКОВКИ

X1.1 Для некоторых сосудов, указанных Департаментом транспорта США, установлены база данных и критерии отбраковки. Они были описаны в NDT Handbook – справочнике по неразрушающему контролю. Самые последние критерии описаны в данном разделе. В Таблице X1.1 указаны некоторые типы сосудов, стандартные размеры и рабочие давления для них.

X1.2 В Таблице X1.2 приведены критерии для определения необходимости проведения вспомогательного испытания при работе с оборудованием АЭ.

X1.3 Необходимость вспомогательного испытания основывается на графиках распределения положения (то есть, графиках зависимости событий АЭ положения по оси) после окончания сбора данных АЭ.

X1.3.1 *Цилиндрическая часть сосудов* — Определяемые Департаментом транспорта США как 3AAX и 3T 3AA и 107A трубы в настоящее время проходят повторное испытание с помощью данного метода АЭ. Для трубок 3AAX и 3T и 3AA, если пять или более событий АЭ возникает на расстоянии по оси в 8-дюймов (20,3см) на цилиндрической части трубки, то данная часть трубки должна пройти вспомогательный неразрушающий контроль (например, ультразвуковой контроль). Для любого обнаруженного дефекта должно быть установлено точное расположение, а также определены размеры дефекта.

X1.3.2 *Концы сосудов* — Для трубок 3AAX и 3T и 3AA по определению Департамента транспорта США, если пять или более событий АЭ измеряются датчиком снаружи. каждое из этих событий измеряется обоими датчиками, и пик амплитуды на

ТАБЛИЦА X1.2
ОБОРУДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И УСТАВКИ

Чувствительность датчика	-77 дБВ точка отсчета 1В/мкбар, при - 150 кГц
Контактная среда	Силиконовая смазка
Усиление предусилителя	40 дБ (X100)
Фильтр предусилителя	100 до 300- кГц, полосовой
Длина силового/сигнального кабеля	<500 футов (152,4 м)
Порог процессора сигнала	32 дБВ (например, 1мкВ= 0 дБВ на входе предусилителя)
Фильтр процессора сигналов	100 до 300- кГц, полосовой
Время запаздывания	10 мс
Фоновый шум	<27 дБВ (например, 1 мкВ = 0 дБВ на входе предусилителя)
Проверка чувствительности	>70 дБВ (слом карандашного грифеля, 0,3 мм, 0,1 дюйм, 4 дюйма)

датчике «первого хита» составляет 43 дБВ или более, то должен быть испытан конец трубы на датчике «первого хита» (то есть датчик с пятью или более первыми ударами). Для любого обнаруженного дефекта должно быть установлено точное расположение, а также определены размеры дефекта с помощью метода НРК (например, ультразвукового контроля).

X1.3.3 Трубки, определяемые Департаментом транспорта США как 107A должны испытываться датчиками, установленными на фланцах. Если пять или более событий АЭ возникает на расстоянии по оси в 8-дюймов (20,3см) на цилиндрической части трубки, то данная часть трубки должна пройти вспомогательный неразрушающий контроль (например, ультразвуковой контроль). Для любого обнаруженного дефекта должно быть установлено точное расположение, а также определены размеры дефекта.

X1.4 *Критерии отбраковки:*

X1.4.1 Сосуды, которые содержат дефекты, настолько большие, что они могут считаться "дефектами, критичными для разрыва,

ТАБЛИЦА X1.1
ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ЦИЛИНДРЫ, ТИПОВЫЕ РАЗМЕРЫ И ЗНАЧЕНИЯ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ

Спецификация	DOT 3AAX	DOT 3T	DOT 3A	DOT 3AA	DOT 107A
Наружный диаметр, дюйм. (см)	22 (55)	22 (56)	9,63 (25)	9,63 (25)	18 (46)
Номинальная толщина стенки, дюйм. (см)	0,54 (1,37)	0,42 (1,07)	0,31 (0,79)	0,25 (0,64)	0,75 или 0,86 (1,9 или 2,2)
Длина, футы (м)	18 до 40 (0,5 до 12)		12 до 32 (4 до 10)		33 (10)
Стандартное рабочее давление, фунты на кв. дюйм (МПа)	2400 (16,6)				2600 или 3300 (18 или 23)
Номинальное давление заполнения, фунты на кв.дюйм (МПа)	**600 до 3000 (14,14 до 20,68)**				2600 - 3300
Альтернативный метод испытаний	**Гидростатическое испытание, при рабочем давлении, в 1,67 больше номинального рабочего давления, каждые пять лет с измерением объемного расширения**				

или которые содержат дефекты, достаточные для разрастания до размера угрозы разрыва до следующего повторного испытания, должны быть изъяты из обращения.

X1.4.2 Размеры дефекта "критичного для разрыва" основаны на механическом анализе разрывов сосудов по свойствам прочности, которые соответствуют материалам, из которых изготовлен сосуд.

X1.4.3 Анализ трубок 3AAX и 3T по классификации Департамента транспорта США описан Блэкберн (Blackburn) и Рана (Rana). Рассчитаны глубины дефектов, критичных для разрыва, и оценено разрастание усталостной трещины (при наихудших условиях). Глубина дефекта, которая может разрастись до половины размера критичного для разрыва, была оценена как слишком большая. Они не должны оставаться в эксплуатации. Основываясь на таком консервативном подходе, трубки 3AAX и 3T, по спецификации Департамента транспорта США имеющие максимальную глубину дефектов 0,10 дюйма (2,54 мм) или более должны быть изъяты из эксплуатации.

X1.4.3.1 Цилиндры 3AAX и 3T по спецификации Департамента транспорта США были оценены Блэкберн (Blackburn) и Рана (Rana). Максимальная допустимая глубина дефектов была рассчитана как 0,10 дюйма (2,54 мм).

X1.4.3.2 Цилиндры 3AA и 3A по спецификации Департамента транспорта США были оценены Блэкберн (Blackburn) и Рана (Rana). Максимальная допустимая глубина дефектов была рассчитана как 0,06 дюйма (1,524 мм).

X1.4.3.3 Цилиндры 107A, по спецификации Департамента транспорта США, были оценены Тогири (Toughiry). Максимальная допустимая глубина дефектов была рассчитана как 0,150 дюйма (3,81 мм).

СТАТЬЯ 30
ТЕРМИНОЛОГИЯ ДЛЯ СТАНДАРТОВ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

СТАНДАРТНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

SE-1316

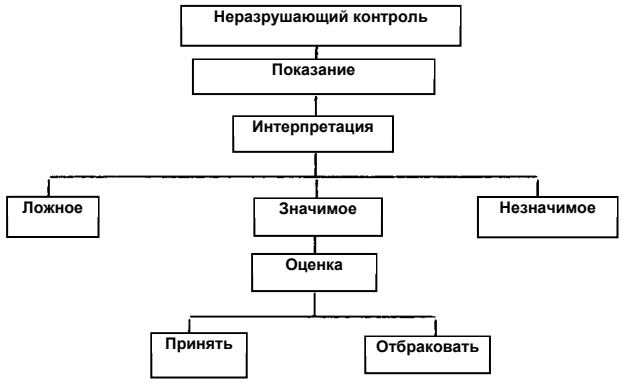
(Аналогично документу ASTM E 1316-02a, за исключением расхождений в редакциях.)

1 СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий стандарт использует терминологию, определенную в стандартах, подготовленных Комитетом по неразрушающему контролю E-7. Данные методы неразрушающего контроля (НРК) включают: дефектоскопию методом акустической эмиссии, электромагнитный контроль, рентгенодефектоскопию и дефектоскопию гамма-лучами, испытание на утечку, капиллярную дефектоскопию, магнитопорошковую дефектоскопию, нейтронную радиографию и измерение, ультразвуковую дефектоскопию и другие технологические приемы.

1.2 В Разделе 4 определены термины, являющиеся общими для различных методов НРК, тогда как в оставшихся разделах определены термины, соответствующие специальным методам НРК. В Приложении XI приведен перечень терминов, используемых в настоящем Стандарте, в алфавитном порядке, а, кроме того, указан раздел, в котором определен каждый термин.

1.3 Как указано далее на схеме, при получении в процессе НРК показания, показание подвергают интерпретации, чтобы в дальнейшем определить его как ложное, незначимое или значимое. Если показание определяют как значимое, в результате последующей необходимой оценки будет получено решение принимать или отбраковывать материал. За исключением слов *принимать* и *отбраковывать,* которые сохраняют значение, представленное в большинстве словарей, все слова, представленные на данной схеме, определены в Разделе 4.



2. СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты ASTM:*

E 94 Guide for Radiograhic Examination (Руководство по радиографическому контролю)

E 127 Practice for Fabricating and Checking Aluminum Alloy Ultrasonic Standard Reference Blocks (Методика изготовления и проверки типовых контрольных образцов для ультразвуковой дефектоскопии)

E 215 Practice for Standardizing Equipment for Electromagnetic Examination of Seamless Aluminum-Alloy Tube (Методика стандартизации оборудования для электромагнитной проверки бесшовных труб из алюминиевых сплавов)

E 494 Practice for Measuring Ultrasonic Velocity in Materials (Методика измерения скорости распространения ультразвуковых колебаний в материалах)

E 566 Practice for Electromagnetic (Eddy-Current) Sorting of Ferrous Metals (Методика электромагнитной сортировки материалов (вихревыми токами))

E 664 Practice for Measurement of the Apparent Attenuation of Longitudinal Ultrasonic Waves by Immersion Method (Методика измерения явного затухания продольных ультразвуковых волн)

E 750 Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation (Методика классификации КИП для акустической эмиссии)

E 804 Practice for Calibration of the Ultrasonic Test System by Extrapolation Between Flat-Bottom Hole Sizes (Методика калибровки системы ультразвукового контроля экстраполяцией размеров плоскодонных отверстий)

E 1033 Practice for Electromagnetic (Eddy-Current) Examination of Type F- Continuously Welded (CW) Ferromagnetic Pipe and Tubing Above the Curie Temperature (Методика электромагнитного контроля (вихревыми токами) ферромагнитных труб и трубопроводов, сваренных непрерывным швом, Типа F выше температуры Кюри)

E 1067 Practice for Acoustic Emission Examination of Fiberglass Reinforced Plastic Resin (FRP) Tanks/Vessels (Методика дефектоскопии способом акустической эмиссии цистерн/сосудов из пластмассы, усиленной стекловолокном, на основе смолы)

E 1118 Practice for Acoustic Emission Examination of Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP) (Методика дефектоскопии методом акустической эмиссии труб из армированной термоусадочной резины)

E 1213 Test Method for Minimum Resolvable Temperature Difference for Thermal Imaging Systems (Метод испытания для определения минимальной разницы температур в пределах разрешающей способности для систем термического формирования изображений)

3. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

3.1 Термины, в данном предложенном стандарте, предназначены для постоянного и единообразного использования во всех стандартах по НРК. Цель настоящего стандарта – представить четкое понимание и интерпретацию стандартов НРК, в которых они используются.

4. ОБЩИЕ ТЕРМИНЫ НРК

приемлемый уровень качества (acceptable quality level) — максимальный процент или максимальное количество дефектных единиц на сотню единиц, которые в контексте выборочных испытаний могут быть признаны удовлетворительными по показателю среднего качества для данного процесса

аморфный кремниевый рентгеновский детектор (a-Si), сущ. (amorphous silicon (a-Si) X-ray detector, n) — аморфный кремниевый рентгеновский детектор (a-Si) состоит из стеклянной подложки с матрицей фотодиодов, изготовленной из аморфного кремния и переключателями, расположенными рядами на ней; фотодиоды активируются световыми фотонами, излучаемыми из сцинтиллятора, который приводится в действие рентгеновскими лучами и обычно находится в контакте с матрицей диодов

калибровка, КИП, сущ. (calibration, instrument, n) — сравнение КИП с известным эталоном(ами) или настройка КИП по известному эталону(ам), часто прослеживаемому национальным институтом стандартов и технологии (NIST). (См. также *поверка, КИП.)*

недопустимый дефект, n (defect, n) — один или несколько изъянов, чей совокупный размер, форма, ориентация, расположение или свойства не соответствуют заданным критериям приемки, и которые отбраковывают

несплошность, n (discontinuity, n) — отсутствие однородности или сцепления; намеренное или ненамеренное нарушение физической структуры материала или компонента

оценка (evaluation) — анализ на основании интерпретации отмеченных показаний с целью определения соответствия заданным критериям приемки

контроль, n (examination, n) — методика определения свойства (или свойств) или других условий, или характеристик материала, или компонента прямыми или косвенными методами

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Примеры: использование рентгеновских лучей или ультразвуковых волн в целях определения (непосредственного или с помощью расчетов) содержания, плотности или абсолютной величины (для ультразвука) изъянов; или определения изъянов по индукции вихревых токов, с отслеживанием температурного режима, отклика акустической эмиссии или использованием магнитных частиц или проникающих жидкостей.

ложное показание (false indication, n) — показание НРК, которое согласно интерпретации получено благодаря иному состоянию, нежели дефект

изъян (flaw, n) — дефект или неоднородность, которая может быть определен при НРК и необязательно создает прецедент для отбраковки

определение параметров изъяна (flaw characterization, n) — процесс количественной оценки размера, формы, ориентации, расположения, роста или других свойств дефекта на основании выходных данных НРК

дефект (imperfection, n) — отклонение параметра качества от необходимого состояния

показание (indication) — отклик или экспериментальные данные, полученные на основании НРК

БОЛЕЕ ПОДРОБНО — Показание определяют на основании интерпретации на предмет значимости, незначимости или ложности.

инспекция (inspection, n) — методика точного и критичного наблюдения визуальных характеристик материала или компонента

ПРИМЕЧАНИЕ 2— Примерами могут служить эксплуатационные данные визуальной/оптической инспекции, наблюдение результатов магнитопорошковой и капиллярной дефектоскопии или тщательное наблюдение за состоянием поверхности до проведения ультразвукового контроля или контроля вихревыми токами. (От однокоренного слова "наблюдать" или "наблюдатель".)

interpretation (интерпретация) — установление значимости или незначимости показаний

интерпретация (interpretation, n) — установление значимости, незначимости или ложности показаний

Неразрушающая оценка (Nondestructive Evaluation) — см. *Неразрушающие испытания (Nondestructive Testing)*

Неразрушающий контроль (Nondestructive Examination) — см. *Неразрушающие испытания (Nondestructive Testing)*

Неразрушающая инспекция (Nondestructive Inspection) — см. *Неразрушающие испытания (Nondestructive Testing)*

Неразрушающие испытания (Nondestructive Testing) (НРК) (NDT) — разработка и применение технических методов проверки материалов и компонентов способами, которые не снижают последующую пригодность и эксплуатационную надежность, с целью установления, определения местоположения, измерения и оценки дефектов, целостности, свойств и состава, а также измерения геометрических характеристик

незначимое показание (nonrelevant indication, n) — показание при НРК, полученное от состояния или типа дефекта, который не создает прецедент для выбраковки. Ложные показания являются незначимыми.

значимое показание (relevant indication, n) — показание при НРК, полученное от состояния или типа дефекта, который требует оценки

калибровка, КИП (standardization, instrument, n) — настройка КИП по соответствующему эталону с целью получения или установления известного или воспроизводимого отклика. (Обычно проводят до контроля, но также должна быть проведена всякий раз, когда существует сомнение относительно контроля или отклика КИП.) (См. также *калибровка, КИП.)*

испытание (test, n) — методика определения свойства или характеристики материала или компонента непосредственным измерением

ПРИМЕЧАНИЕ 3— Примерами могут служить механические испытания для определения прочности, твердости или другого свойства; определение утечки (испытание на утечку); или проверка эксплуатационных характеристик (функции) детали оборудования

5. АКУСТИЧЕСКАЯ ЭМИССИЯ (E 750, E 1067, И E 1118)

акустическая эмиссия (acoustic emission (АЭ)(AE)) — класс явлений, при которых проходящие упругие волны вырабатываются посредством быстрого выпуска энергии из локализованного источника в материале, или вырабатываемые таким образом проходящие волны. Акустическая эмиссия – термин, рекомендуемый для общего использования. Прочие термины, используемые в литературе для АЭ: *(1)* эмиссия волны напряжения; *(2)* микросейсмическая активность; и *(3)* эмиссия или акустическая эмиссия с другими отличительными особенностями.

канал акустической эмиссии (acoustic emission channel) — см. *канал, акустическая эмиссия* (*channel, acoustic emission)*

счет акустической эмиссии (счет эмиссии) acoustic emission count (emission count) (N) — см. *счет, акустическая эмиссия* (*count, acoustic emission)*

скорость счета акустической эмиссии (acoustic emission count rate) — см. *скорость счета, акустическая эмиссия (скорость эмиссии или скорость счета) (count rate, acoustic emission) (emission rate or count rate) (N)*

событие акустической эмиссии (acoustic emission event) — см. *событие, акустическая эмиссия* (*event, acoustic emission)*

энергия события акустической эмиссии (acoustic emission event energy) — см. *энергия, акустическое событие (energy, acoustic event)*

датчик акустической эмиссии (acoustic emission sensor) — см. *датчик, акустическая эмиссия (sensor, acoustic emission)*

амплитуда сигнала акустической эмиссии (acoustic emission signal amplitude) — см. *амплитуда сигнала, акустическая эмиссия (signal amplitude, acoustic emission)*

сигнал акустической эмиссии (сигнал эмиссии) (acoustic emission signal (emission signal)) — см. *сигнал, акустическая эмиссия* (*signal, acoustic emission)*

сигнатура акустической эмиссии (сигнатура) (acoustic emission signature (signature)) — см. *сигнатура, акустическая эмиссия (signature, acoustic emission)*

преобразователь акустической эмиссии (acoustic emission transducer) — см. *датчик, акустическая эмиссия (sensor, acoustic emission)*

волновод акустической эмиссии (acoustic emission waveguide) — см. *волновод, акустическая эмиссия* (*waveguide, acoustic emission)*

акустика ультразвуковых частот (acousto-ultrasonics) (AU) — метод неразрушающего контроля, при котором используются наведенные волны напряжения для определения и оценки состояний, связанных с рассеянными дефектами, состояний повреждений и изменений механических свойств проверяемой конструкции. Метод AU сочетает аспекты анализа сигналов акустической эмиссии (АЭ) ультразвуковыми приемами описания материала.

адаптивная локация (adaptive location) — локация источника многократным использованием имитированных источников в сочетании с расчетной локацией

активность АЭ (AE activity, n) — наличие акустической эмиссии при испытании

амплитуда АЭ (AE amplitude) — см. dB_{AE}

среднеквадратичная АЭ (AE rms, n) —усредненный по времени сигнал АЭ, измеренный на линейной шкале и указанный в Вольтах

продолжительность сигнала АЭ (AE signal duration) — время между началом сигнала АЭ и концом сигнала АЭ

окончание сигнала АЭ (AE signal end) — очевидное завершение сигнала АЭ, обычно определяемое как последнее пересечение пороговой величины данным сигналом

генератор сигнала АЭ (AE signal generator) — устройство, которое может многократно возбуждать заданный неустановившийся сигнал в КИП АЭ

время нарастания сигнала АЭ (AE signal rise time) — время между началом сигнала АЭ и максимальной амплитудой данного сигнала АЭ

начало сигнала АЭ (AE signal start) — начало сигнала АЭ, опознанное процессором системы, обычно определяется размахом амплитуды, превышающим порог

матрица (array), n — группа из двух или нескольких датчиков АЭ, размещенных на конструкции с целью идентификации и определения местоположения источников. Определяемые источники расположены в пределах матрицы.

интервал времени вступления (arrival time interval) (At_{ij}) — см. *интервал, время вступления* (*interval, arrival time)*

коэффициент затухания (attenuation, n) — снижение амплитуды АЭ на единицу расстояния, обычно выражают в дБ на единицу длины

средний уровень сигнала (average signal level), n — усредненный по времени логарифмический сигнал АЭ, измеренный на логарифмической шкале амплитуды АЭ и зарегистрированный в единицах dB_{ae} (где 0 dB_{ae} соотносится с 1 (мкВ на входе предусилителя)

дискретная эмиссия (burst emission) — см. *эмиссия, дискретная (emission, burst)*

канал, акустическая эмиссия (channel, acoustic emission) — совокупность измерительной аппаратуры, состоящая из датчика, предусилителя или согласующего преобразователя импеданса, фильтров, вторичного усилителя или другого оборудования (согласно требованиям), соединительного кабеля и средств регистрации или детектирования.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Канал для проверки стеклопластика (FRP) может использовать несколько датчиков с сопряженной электроникой. Каналы могут обрабатываться независимо или в заранее установленных группах с одинаковыми характеристиками чувствительности и частоты.

непрерывная эмиссия (continuous emission) — см *эмиссия, непрерывная (emission, continuous)*

счет, акустическая эмиссия (счет эмиссии) (count, acoustic emission (emission count) (N) — количество раз, когда сигнал акустической эмиссии превышает заданный порог во время любой выбранной части испытания

счет, событие (count, event) (N_e) — число, полученное при подсчете каждого опознанного акустического события один раз

скорость счета, акустическая эмиссия (скорость эмиссии или скорость счета)(count rate, acoustic emission (emission rate or count rate)(N) — норматив времени, при котором появляется счет эмиссии

прямой вызов счета (count ring-down) — см. *счет, акустическая эмиссия (count, acoustic emission),* предпочтительный термин

контактная смазка (couplant) — материал, используемый на поверхности контакта конструкция-датчик для улучшения передачи акустической энергии по поверхности раздела при контроле акустической эмиссией

интегральное амплитудное распределение (акустической эмиссии) cumulative (acoustic emission) amplitude distribution F(V) — см. *распределение, амплитуда, интегральное (distribution, amplitude, cumulative)*

интегральное распределение превышения порога (акустической эмиссии) cumulative (acoustic emission) threshold crossing distribution $F_t(V)$ — см. *распределение, превышение порога, интегральное* (*distribution, threshold crossing, cumulative)*

dB_{AE} — логарифмическое представление амплитуды сигнала акустической эмиссии, соотносимая с 1мкВ.

Максимальная амплитуда сигнала (dB_{AE}) = $20 \log_{10}(A_1/A_0)$

где:

A_0 = 1 мкВ на выходе датчика (до усиления)

A_1 = пиковое напряжение измеренного сигнала акустической эмиссии

Шкала отсчета акустической эмиссии:

Значение dB_{AE}	Напряжение на выходе датчика
0	1 мкВ
20	10 мкВ
40	100 мкВ
60	1 мВ
80	10 мВ
100	100 мВ

период отсутствия чувствительности (dead time) — любой временной интервал при сборе данных, когда по какой-либо причине КИП или система не могут получить новые данные (E 750)

дифференциальное распределение амплитуды (акустической эмиссии) differential (acoustic emission) amplitude distribution f(V) — см. *распределение, дифференциальная амплитуда (акустическая эмиссия) (distribution, differential (acoustic emission) amplitude) f(V)*

дифференциальное распределение превышения порога (акустической эмиссии) (differential (acoustic emission) threshold crossing distribution $f_t(V)$) — см. распределение, дифференциальное превышение порога (акустическая эмиссия) (*distribution, differential (acoustic emission) threshold crossing)*

распределение, амплитуда, интегральное (акустическая эмиссия) (distribution, amplitude, cumulative (acoustic emission)) F(V) — количество событий акустической эмиссии с сигналами, превышающими произвольную амплитуду в зависимости амплитуды *V*

распределение, превышение порога, интегральное (акустическая эмиссия) (distribution, threshold crossing, cumulative (acoustic emission)) $F_t(V)$ — количество раз, когда сигнал акустической эмиссии превышает произвольный порог в зависимости от порогового напряжения (*V*)

распределение, дифференциальная амплитуда (акустической эмиссии) (distribution, differential (acoustic emission) amplitude) f(V) — количество событий акустической эмиссии с амплитудами сигнала в диапазоне $V - V + \Delta V$ в зависимости от амплитуды *V*. *f(V)* – это абсолютное значение производной интегрального амплитудного распределения *F(V)*.

распределение, дифференциальное превышение порога (акустической эмиссии)(distribution, differential (acoustic emission) threshold crossing) $f_t(V)$ — количество раз, когда форма волны сигнала акустической эмиссии достигает максимума в диапазоне порогов $V - V + \Delta V$ в зависимости от порога *V*. $f_t(V)$ – абсолютное значение производной интегральное распределения превышения порога *F(V)*.

распределение, логарифмическая амплитуда (акустической эмиссии) (distribution, logarithmic (acoustic emission) amplitude) g(V) — количество событий акустической эмиссии с амплитудой сигнала в диапазоне $V - \alpha V$ (где α – постоянный коэффициент) в зависимости от амплитуды. Это вариант дифференциального распределения амплитуды, подходящий для логарифмически взвешенных данных.

динамический диапазон (dynamic range) — разница в децибелах между уровнем начала перегрузки и минимальным уровнем сигнала (обычно определяется одним или несколькими уровнями шума, низкоуровневым искажением, уровнем помех или уровнем дискретности) в системе или датчике

эффективная скорость (effective velocity), n — скорость, рассчитанная по значениям времени поступления и дальности распространения, определенные при искусственном формировании АЭ; используемая для расчетной локации

эмиссия, дискретная (emission, burst) — количественная характеристика дискретного сигнала в отношении к отдельному событию эмиссии, появляющемуся в материале

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Рекомендуется использовать термин дискретная эмиссия только для характеристики количественного появления сигналов эмиссии. На Рисунке 1 показана осциллограмма сигналов дискретной эмиссии на фоне непрерывной эмиссии.

эмиссия, непрерывная (emission, continuous) — количественная характеристика уровня непрерывного сигнала, полученного быстрым появлением акустической эмиссией от структурных источников, течей или и того, и другого

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — Рекомендуется использовать термин непрерывная эмиссия только для характеристики количественного появления сигналов эмиссии. На Рисунках 2 и 3 показана осциллограмма сигналов непрерывной эмиссии на двух различных частотах сканирования.

энергия, событие акустической эмиссии (energy, acoustic emission event) — суммарная энергия упругой деформации, высвобождаемая событием эмиссии

энергия, сигнал акустической эмиссии (energy, acoustic emission signal) — энергия, содержащаяся в установленном сигнале дискретной акустической эмиссии с единицами измерения, обычно указываемыми в Джоулях и значениями, которые могут быть выражены в логарифмической форме (дБ, децибелы)

РИС. 1 ДИСКРЕТНАЯ ЭМИССИЯ НА ФОНЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ЭМИССИИ (СКОРОСТЬ СКАНИРОВАНИЯ - 5 мс/см)

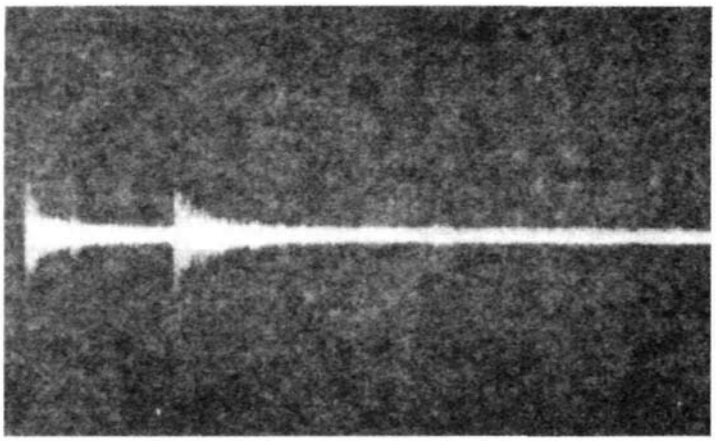
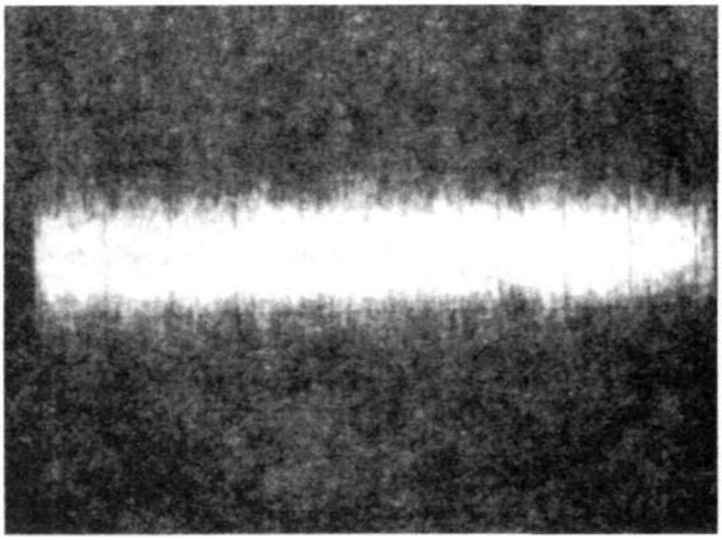


РИС. 2 НЕПРЕРЫВНАЯ ЭМИССИЯ (СКОРОСТЬ СКАНИРОВАНИЯ - 5 мс/см)



оценочный порог (evaluation threshold) — значение порога, используемое для анализа проверочных данных. Данные могут быть зарегистрированы с *контрольным порогом системы* ниже *оценочного порога.* При проведении анализа необходимо учесть зависимость измеренных данных от *контрольного порога системы*.

событие, акустическая эмиссия (событие эмиссии) event, acoustic emission (emission event) — локальное изменение материала, приводящее к увеличению акустической эмиссии

счет события (event count) (N_e) — см. *счет, событие* (*count, event)*

скорость счета события (event count rate) (N_e) — см. *скорость, счет события (rate, event count)*

область обследования (examination area) —часть конструкции, проверяемая акустической эмиссией

зона обследования (examination region) — часть испытательного образца, проверяемая по методу акустической эмиссии

эффект Фелисити (Felicity effect) — наличие акустической эмиссии, определяемое на фиксированном предопределенном уровне чувствительности на уровнях напряжения ниже ранее прилагаемых (E 1067)

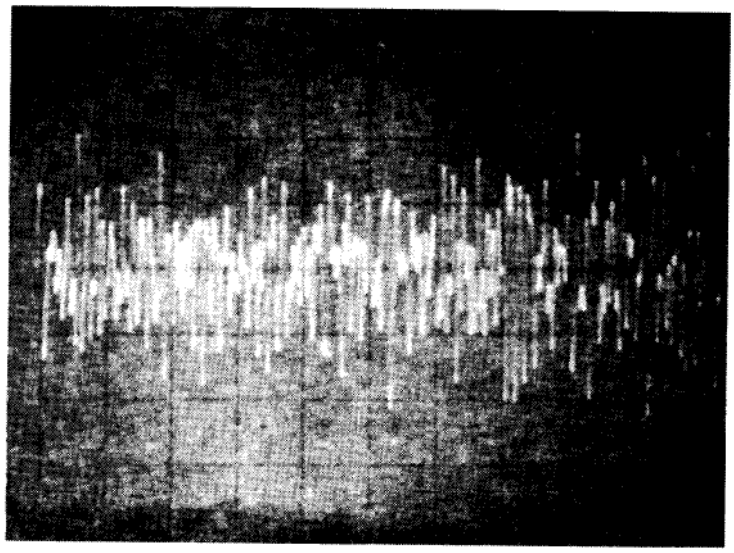
эффект Фелисити (Felicity effect) — наличие акустической эмиссии, определяемое на фиксированном предопределенном уровне чувствительности на уровнях напряжения ниже ранее прилагаемых

коэффициент Фелисити (Felicity ratio) — коэффициент напряжения, при котором появляется эффект Фелисити при предварительно приложенном напряжении (E 1067, E 1118)

ПРИМЕЧАНИЕ 7 — Фиксированный уровень чувствительности будет обычно таким же, который использовался для предыдущего нагружения или испытания. (E 1118)

время нечувствительности КИП (instrumentation dead time) — см. *время нечувствительности, КИП* (*dead time, instrumentation)*

РИС. 3 НЕПРЕРЫВНАЯ ЭМИССИЯ (СКОРОСТЬ СКАНИРОВАНИЯ – 0,1 МС/СМ)



локация первого хита (first hit location) — метод локализации зоны, по которой канал среди группы каналов первым обнаруживает сигнал

плавающий порог (floating threshold) — любой порог с амплитудой, установленной усредненным по времени измерением входного сигнала (E 750)

хит (hit) — определение и измерение сигнала АЭ на канале

интервал, время поступления (interval, arrival time) (Δt_{ij}) — интервал времени между обнаруживаемыми сигналами волны акустической эмиссии на *i-том и j-том* датчиках матрицы

эффект Кайзера (Kaiser effect) — отсутствие определяемой акустической эмиссии на фиксированном уровне чувствительности до превышения ранее приложенных уровней напряжений

точность локации (location accuracy) — значение, определяемое сравнением фактического расположения источника АЭ (или имитированного источника АЭ) с расчетной локацией

размещение, кластер (location, cluster), n — метод размещения, основанный на заданном количестве активности АЭ, расположенной на заданном участке, например: 5 событий на 12 дюймах или 12 дюймов^2.

локация, расчетная (location, computed, n) — метод размещения источника на основании логарифмического анализа различия времени поступления по датчикам

ПРИМЕЧАНИЕ 8 — Используются несколько подходов к расчетной локации, включая линейную локацию, локацию на плоскости, объемную локацию и адаптивная локация.

(a) линейная локация (linear location) — одномерная локация источника, требующая одного или нескольких каналов.

(b) локация на плоскости (planar location) — двухмерная локация источника, требующая трех или нескольких каналов.

(c) трехмерная локация (3D location) — трехмерная локация источника, требующая пять или несколько каналов.

(d) адаптивная локация (adaptive location) — локация источника с использованием итерационных методов локации искусственных источников в сочетании с расчетной локацией.

локация, непрерывный сигнал АЭ (location, continuous AE signal) — метод локации, основанный на непрерывных сигналах АЭ, в противовес хиту или различию в методах локации моментов поступления

ПРИМЕЧАНИЕ 9 — Данный тип локации обычно используется при локации течей благодаря наличию непрерывной эмиссии. Некоторые общие типы методов локации с непрерывным сигналом включают методы анализа затухания сигнала и корреляции сигнала

(a) локация источника по затуханию сигнала (signal attenuation-based source location) — метод локации источника, основанный на явлении зависимости затухания от расстояния сигналов АЭ. Отслеживая величины сигнала акустической эмиссии для непрерывного сигнала в различных точках вдоль объекта можно определить источник по наибольшей величине или интерполяцией или экстраполяцией многократных показаний.

(b) локация источника на основании корреляции (correlation-based source location) —метод локации источника, который сравнивает изменение уровней сигнала АЭ (обычно анализ амплитуды на основании формы волны) в двух или нескольких точках вокруг источника и определяет сдвиг по времени данных сигналов. Параметры сдвига по времени могут использоваться для стандартных приемов локации на основе хита для нахождения решения для площадки источника.

локация, источник (location, source) — любой из нескольких методов оценки данных АЭ для определения положения на конструкции из которого возникла АЭ. Используются несколько подходов к локации источника, расчетной локации и непрерывной локации

локация, зона (location, zone) — любой из нескольких приемов определения общего региона источника акустической эмиссии (например, общая АЭ, энергия, хиты и т.д.)

ПРИМЕЧАНИЕ 10 — Используются несколько приемов к зонной локации, включая зонную локацию по независимому каналу, зонную локацию первого хита и зонную локацию порядка поступления.

(a) зонная локация по независимым каналам, n — способ зонной локации, который сравнивает общее количество активности от каждого канала.

(b) зонная локация по первому хиту — способ зонной локации, при котором сравнивается только активность по каналу, на котором впервые обнаружено событие АЭ.

(c) зонная локация в порядке поступления — способ зонной локации, который сравнивает порядок поступления по датчикам.

логарифмическое амплитудное распределение АЭ (logarithmic (acoustic emission) amplitude distribution g(V)) — см. распределение, логарифмическое амплитудное (АЭ) (distribution, logarithmic (acoustic emission) amplitude)

время восстановления после перегрузки (overload recovery time) — интервал нелинейной работы КИП, вызванный наличием сигнала с амплитудой сверх линейного рабочего диапазона КИП

проверка рабочих характеристик, система АЭ (performance check, AE system) — см. поверка, система АЭ (verification, AE system)

давление, расчетное (pressure, design) — значение давление, используемое при расчете для определения минимальной требуемой толщины и минимальных механических свойств

производительность (processing capacity) — количество хитов, которые могут быть обработаны при данном быстродействии до того, как система должна прервать сбор данных для очистки буферов или иной подготовки к приему дополнительных данных

быстродействие—обеспечиваемая скорость (хит/с) в зависимости от набора параметров и ряда активных каналов, на которых могут непрерывно обрабатываться системой сигналы АЭ без прерывания передачи данных

скорость, счет событий (rate, event count (Ne)) — норматив времени счета событий

время задержки перезарядки (rearm delay time) — см. время, задержка перезарядки (time, rearm delay)

счет прямого вызова (ring-down count) — см. счет, акустическая эмиссия (count, acoustic emission), предпочтительный термин

датчик, акустическая эмиссия (sensor, acoustic emission) — индикаторный прибор, в основном, пьезоэлектрический, который преобразует движение частиц, вызванное упругой волной в электрический сигнал

сигнал, акустическая эмиссия (сигнал эмиссии) (signal, acoustic emission (emission signal)) — электрический сигнал, полученный при обнаружении одного или нескольких событий акустической эмиссии

амплитуда сигнала, акустическая эмиссия (signal amplitude, acoustic emission) — максимальное отклонение напряжения, полученное по форме сигнала по событию эмиссии

уровень перегрузки сигнала (signal overload level) — уровень, выше которого работа становится неудовлетворительной в результате искажения сигнала, перегрева или повреждения

точка перегрузки сигнала (signal overload point) — максимальная амплитуда входного сигнала, при которой соотношение сигнала выхода к сигналу входа остается в заданном линейном рабочем диапазоне

сигнатура, акустическая эмиссия (сигнатура) (signature, acoustic emission (signature)) — характеристический набор воспроизводимых атрибутов сигналов акустической эмиссии, связанный с эталонным стендовым образцом, контролируемым определенной системой КИП при определенных условиях испытания

стимуляция (stimulation) — использование стимула, такого как сила, давление, тепло и пр. В отношении к стендовому образцу с целью активирования источников акустической эмиссии

порог контроля системы (system examination threshold) — порог электронного КИП (см. *порог оценки (evaluation threshold)*), при котором будут обнаружены данные

преобразователи, акустическая эмиссия (transducers, acoustic emission) — см. *датчик, акустическая эмиссия (sensor, acoustic emission)*

поверка, система АЭ (проверка рабочих характеристик, система АЭ)(verification, AE system, (performance check, AE system) — процесс проверки системы АЭ с целью гарантии соответствия системы заданному уровню рабочих характеристик или измерения точности. (Обычно выполняется до, во время и/или после контроля АЭ системой АЭ, связанной с объектом проверки, посредством имитированного или искусственного источника АЭ.)

порог напряжения (voltage threshold) — уровень напряжения на электронном компараторе, при котором будут идентифицированы сигналы с амплитудой выше данного уровня. Порог напряжения может регулироваться пользователем, может быть фиксированным или автоматическим плавающим. (E 750)

волновод, акустическая эмиссия (waveguide, acoustic emission) — прибор, который соединяет энергию упругости от конструкции или другого испытываемого объекта к дистанционно установленному датчику при контроле АЭ. Пример волновода акустической эмиссии – сплошной провод или пруток, который подсоединен одним концом к контролируемой конструкции, а другим концом к датчику.

6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ (E 215, E 243, E 566, E 1033)

абсолютная катушка (absolute coil) — катушка (или катушки), которая(ые) реагирует(ют) на совокупные обнаруженные электрические или магнитные свойства, или и те, и другие, детали или сечения испытательной детали без сравнения с другим сечением детали или с другой деталью (E 566)

абсолютные измерения (absolute measurements) — в электромагнитной дефектоскопии, измерения, проводимые без непосредственного эталона с помощью абсолютной катушки в отличие от дифференциальных и сравнительных измерений (см. также *абсолютная катушка (absolute coil))*

абсолютное показание (absolute readout) — в электромагнитной дефектоскопии, выходной сигнал абсолютной катушки (см. также *абсолютная катушка (absolute coil))*

абсолютная система (absolute system) — система, которая использует катушку в сборе и соединенную с ней электронную аппаратуру для измерения общих электромагнитных свойств испытательной детали без непосредственного сравнения с другим сечением детали или с другой деталью (см. также *абсолютная катушка (absolute coil))* (E 566)

границы допуска (acceptance level) — контрольный уровень, выше или ниже которого испытательные образцы принимаются, в отличие от границ браковки

предельные значения приемки (acceptance limits) — контрольные уровни, используемые в электромагнитной дефектоскопии, определяющие группу, к которой принадлежит испытываемые материал

эталон приемки (acceptance standard) — в дефектоскопии труб, трубка, используемая для установления уровня приемки, имеющая искусственные несплошности, как указано в соответствующем стандарте на продукцию

эталон приемки (acceptance standard)— трубка с искусственными несплошностями, указанными в соответствующем стандарте на продукцию, которая используется для определения уровня приемки (E 215)

амплитудное искажение (amplitude distortion) — то же, что и *гармоническое искажение (harmonic distortion)*

амплитудная характеристика (amplitude response) — такое свойство системы дефектоскопии, при котором амплитуда определяемого сигнала замеряется без учета фазы (см. также *гармонический анализ (harmonic analysis) и фазовый анализ (phase analysis))*

зазор кольцевой катушки (annular coil clearance) — среднее расстояние по радиусу между соседними катушками в сборе и поверхностью испытываемой детали при электромагнитной дефектоскопии с помощью охватывающей катушки

кольцевые катушки (annular coils) — см. *охватывающие катушки (encircling coils)*

искусственная несплошность (artificial discontinuity) — контрольные несплошности, такие как отверстия, канавки или надрезы, которые применяются на контрольном эталоне, чтобы обеспечить точные воспроизводимые уровни чувствительности для электромагнитного испытательного оборудования

полосовой фильтр (band pass filter) — волновой фильтр с одной полосой пропускания, при этом ни одна из частот среза не равна нулю или бесконечности

бобинная катушка (bobbin coil) — см. *внутренняя катушка (ID coil)*

компенсационные катушки (bucking coils) — то же, что и *дифференциальные катушки (differential coils)*

кольцевые катушки (circumferential coils) — см. *охватывающие катушки (encircling coils)*

катушка, абсолютная (coil, absolute) — см. *абсолютная катушка (absolute coil)*

катушка, опорного сигнала (coil, reference) — см. *катушка опорного сигнала (reference coil)*

размер катушки (coil size) — размеры катушки, например, длина или диаметр

шаг между катушками (coil spacing) — в электромагнитной дефектоскопии, расстояние по оси между двумя охватывающими катушками дифференциальной системы

катушка испытательная (coil, test) — в электромагнитной дефектоскопии, часть датчика или катушки в сборе, которая возбуждает и/или определяет электромагнитное поле в испытываемом материале

сравнительные измерения (comparative measurements) — в электромагнитной дефектоскопии проводимые измерения, в которых разбалансировка системы измеряется с помощью сравнительных катушек в отличие от дифференциальных и абсолютных измерений. (См. также *сравнительные катушки (comparator coils))*

сравнительное показание (comparative readout) — в электромагнитной дефектоскопии, выходной сигнал сравнительной катушки (см. также *сравнительные катушки (comparator coils))*

сравнительная система (comparative system) — система, которая использует катушку в сборе и соединенную с ней электронную аппаратуру для измерения любых электрических или магнитных свойств, или и тех и других, которые не свойственны испытательному образцу или эталону (см. *сравнительные катушки (comparator coils))* (E 566)

сравнительные катушки (comparator coils) — в электромагнитной дефектоскопии, две или более катушки, электрически соединенные между собой встречно последовательно, но распределенные таким образом, что между ними не возникает взаимной индукции (связи), так что любое электрическое или магнитное свойство, или и то, и другое, не свойственное испытательному образцу или эталону, вызывает разбалансировку системы и вследствие этого, дает показание

проводимость (conductivity) — собственное свойство определенного материала проводить электрический ток; обычно выражается в процентах IACS (Международный стандарт на отожженную медь) или МСм/м (Мегасименс/метр)

связь (coupling) — две электрические цепи считаются связанными друг с другом, когда они имеют общее полное сопротивление, так что ток в одной вызывает напряжение в другой

уровень среза (cut-off level) — то же, что и *уровень отбраковки (rejection level)*

разрешающая способность при определении дефектов (defect resolution) — свойство системы дефектоскопии, позволяющее отделять показания ввиду того, что дефекты в испытательном образце расположены в непосредственной близости друг к другу

глубина проникновения (depth of penetration) — в электромагнитной дефектоскопии, глубина, на которой напряженность магнитного поля или напряженность индуцированных вихревых токов уменьшается до 37% поверхностной величины. Глубина проникновения является экспонентой частоты сигнала, проводимости и проницаемости материала. Синонимические термины *стандартная глубина проникновения (standard depth of penetration)* и *глубина проникновения поля (skin depth),* (см. также *поверхностный эффект (skin effect))*

диамагнитный материал (diamagnetic material) — материал, относительная проницаемость которого меньше единицы

ПРИМЕЧАНИЕ 11 — Внутренняя магнитная индукция Bi направлена противоположно прилагаемой магнитной силе *H*.

дифференциальные катушки (differential coils) —две или несколько катушек, электрически соединенные между собой встречно последовательно, так что любое электрическое или магнитное свойство, или и то, и другое, не свойственное областям испытательного образца, проходящего электромагнитную дефектоскопию, вызывает разбалансировку системы и вследствие этого дает показание

дифференциальные измерения (differential measurements) — в электромагнитной дефектоскопии, проводимые измерения, где отсутствие равновесия в системе измеряется с помощью дифференциальных катушек в отличие от абсолютных и сравнительных измерений (см. также *дифференциальные катушки (differential coils))*

дифференциальное показание (differential readout) — в электромагнитной дефектоскопии, выходной сигнал дифференциальной катушки (см. также *дифференциальные катушки (differential coils))*

дифференциальный сигнал (differential signal) — в электромагнитной дефектоскопии, выходной сигнал, который пропорционален скорости изменения входного сигнала

дифференциальная система (differential system) — электромагнитная система дефектоскопии, которая использует катушку в сборе и соединенную с ней электронную аппаратуру для измерения любых электрических или магнитных свойств, или и тех, и других, которые не свойственны участкам испытательного образца. (См. также *дифференциальные катушки (differential coils))*

вихревой ток (eddy current) — электрический ток, движение которого в проводнике зависит от времени или изменения в пространстве, или и того и другого, приложенного магнитного поля

вихретоковый контроль (eddy current testing) — метод неразрушающего контроля, в котором потоки вихревых токов индуцируются в испытательном образце. Изменения потока, вызванные отличиями испытательных образцов, отражаются ближайшей катушкой, катушками или датчиком Холла для последующего анализа соответствующими КИП и технологиями

краевой эффект (edge effect) — в электромагнитной дефектоскопии, нарушение магнитного поля и вихревых токов из-за близости внезапного изменения структуры испытательного образца (края). Результатом данного эффекта часто становится маскирование несплошностей в подверженном данному эффекту районе. (Для данного эффекта также имеется термин *концевой эффект (end effect))*

эффективная глубина проникновения (effective depth penetration (EDP)) — в электромагнитной дефектоскопии, (a) толщина, минимальная глубина сверх которой система дефектоскопии не может надежно обнаруживать дальнейшее увеличение толщины испытательного образца, или (b) дефекты, предел надежного обнаружения металлургических или механических несплошностей посредством условных незатухающих волн (CW) КИП и датчиков вихревых токов. Точка эффективной глубины проникновения (EDP point) примерно в три раза больше стандартной глубины проникновения.

эффективная проницаемость (effective permeability) — гипотетическая величина, описывающая магнитную проницаемость, которая возникает при заданных физических условиях, таких как цилиндрический испытательный образец в охватывающей катушке при определенной частоте. Данная величина может отличаться от проницаемости конкретного металла, испытываемого таким образом, так как она учитывает такие параметры, как геометрическая форма детали, положение относительно охватывающей катушки, характеристики магнитного поля.

электрический центр (electrical center) — центр, установленный распределением электромагнитного поля внутри контрольной катушки. Постоянный сигнал, независимый от положения разрыва на окружности, указывает на расположение электрического центра. Электрический центр может отличаться от физического центра контрольной катушки.

электромагнитная дефектоскопия (electromagnetic testing) — метод неразрушающего контроля материалов, в том числе магнитных материалов, который использует электромагнитную энергию с частотами, меньшими, чем видимый свет, для получения информации по качеству испытываемого материала

охватывающая катушка (encircling coils) — в электромагнитной дефектоскопии, катушка(и) или катушка в сборе, которая(ые) окружает(ют) испытываемую деталь. Катушки такого типа также называются кольцевыми или проходными.

концевой эффект (end effect) — см. *краевой эффект (edge effect)*

концевой эффект (end effect) — потеря чувствительности к разрывам, расположенным около самых концов трубки, когда концы трубки входят или выходят из испытательной катушки (E 215)

проходная катушка (feed-through coils) — см. *охватывающая катушка (encircling coils)*

ферромагнитный материал (ferromagnetic material) — материал, который, в общем случае, показывает свойство магнитного гистерезиса и насыщения, и его проницаемость при этом должна зависеть от намагничивающей силы

коэффициент заполнения (fill factor) — при электромагнитной дефектоскопии внутренним датчиком, отношение полезной площади сечения первичной катушки внутреннего датчика к поперечному сечению прохода трубы

коэффициент заполнения (fill factor) — при электромагнитной дефектоскопии охватывающей катушкой, отношение площади поперечного сечения испытательного образца к эффективной площади поперечного сечения сердечника первичной охватывающей катушки (наружный диаметр катушки, не внутренний, который прилегает к образцу)

фильтр (filter) — контур, который пропускает электромагнитную волновую энергию описанного диапазона частот и ослабляет энергию других частот

частота (frequency) — количество циклов в секунду переменного электрического тока, наведенного на трубное изделие. Для дефектоскопии вихревых токов, описанной в данном документе, частота обычно составляет от 1 до 125 кГц, включительно. (E 215)

допуск (gate) — то же, что и *уровень браковки (rejection level)*

гармонический анализ (harmonic analysis) — техника анализа, при котором определяется амплитуда или фаза, или и то, и другое, частотных составляющих сложного периодического сигнала

гармоническое искажение (harmonic distortion) — нелинейное искажение, характеризующееся появлением в выходе гармоник иных, отличающихся от основной составляющей, при синусоидальной волне на входе

IACS — Международный стандарт на отожженную медь; международный стандарт электрической проводимости

внутренняя катушка (ID coil) — катушка или катушка в сборе, используемая в электромагнитной дефектоскопии установкой в испытательный образец, подобно внутреннему датчику в трубу. Катушки такого типа также называются проходными катушками и бобинными катушками.

полное сопротивление (impedance) — полное сопротивление, которое цепь проявляет к потоку переменного тока, в частности, сумма отношений всех видов напряжений к току

анализ полного сопротивления (impedance analysis) — в электромагнитной дефектоскопии, метод анализа, который заключается в нахождении соответствий при изменении составляющих амплитуды, фазы или квадратуры, или всех из них, комплексного напряжения испытательного сигнала в отношении к электромагнитным условиям в испытательном образце

схема плоскости полных сопротивлений (impedance plane diagram) — графическое представление положения точек, указывающих изменения в полном сопротивлении контрольной катушки в качестве функции основных контролируемых параметров

дифференциальная проницаемость (incremental permeability) — отношение изменения магнитной индукции к соответствующему изменению намагничивающей силы, при средней индукции, неравной нулю

показания (indications) — сигналы вихревых токов, вызываемые любым изменением единообразия трубы. Данные изменения единообразия влияют на электрические характеристики трубы, но могут быть безвредными для конечного использования продукта (E 215)

начальная проницаемость (initial permeability) — угловой коэффициент индукционной кривой при нулевой намагничивающей силе при выводе испытательного образца из размагниченного состояния (угловой коэффициент кривой BH перед гистерезисом)

устанавливаемая внутрь катушка (inserted coil) — см. *внутренняя катушка (ID coil)*

внутренняя катушка (inside coil) — см. *внутренняя катушка (ID coil)*

эффект отрыва (lift-off effect) — эффект, наблюдаемый на выходе системы электромагнитной дефектоскопии ввиду изменения индуктивной связи между испытательным образцом и зондирующей катушкой, при каждом изменении расстояния между ними

магнитная динамика (magnetic history) — магнитное состояние испытываемой ферромагнитной детали, основанное на предварительных воздействиях магнитных полей (E 566)

магнитный контроль утечки (magnetic leakage flux) — уход магнитных силовых линий от поверхности испытательного образца

магнитное насыщение (magnetic saturation) — степень намагничивания, при которой дальнейшее увеличение намагничивающей силы не приводит к существенному увеличению плотности магнитного потока (проницаемости) в образце

анализ модуляции (modulation analysis) — метод анализа, используемый в электромагнитной дефектоскопии, который разделяет выходные сигналы по различным факторам, действующим на общее магнитное поле с помощью разделения и интерпретирования, отдельно, частот или полос частот в модулирующей огибающей сигнала (несущей частоты)

шум (noise) — в электромагнитной дефектоскопии, любой нехарактерный сигнал, который вмешивается в нормальный прием или обработку необходимого сигнала дефекта. Необходимо отметить, что такие шумовые сигналы могут генерироваться неоднородностью испытываемой детали, что не приведет к вредным последствиям при конечном использовании детали.

неферромагнитный материал (nonferromagnetic material)l — материал, не подверженный намагничиванию, и таким образом, не подвергающийся воздействию магнитных полей. Сюда можно отнести парамагнитные и диамагнитные материалы.

нормальная проницаемость (normal permeability) — отношение индукции (при цикличном симметричном изменении около нуля) к соответственному изменению намагничивающей силы

автономное испытание (off-line testing) — вихретоковый контроль, проводимый с помощью оборудования, которое включает контрольную катушку и средства для продвижения отдельных испытываемых труб через катушку с соответствующей скоростью и условиями

неавтономное испытание (on-line testing) — вихретоковый контроль, проводимый с помощью оборудования, которое включает контрольную катушку и средства для продвижения отдельных испытываемых труб через катушку с соответствующей скоростью и условиями, являясь при этом составляющей частью непрерывной последовательности процесса производства труб

оптимальная частота (optimum frequency) — в электромагнитной дефектоскопии, такая частота, которая обеспечивает наибольшее отношение «сигнал-шум», получаемое от обнаружения отдельного свойства материала. Каждое свойство определенного материала может иметь свою собственную оптимальную частоту.

парамагнитный материал — материал, у которого относительная проницаемость несколько больше единицы, что делает его практически независимым от намагничивающей силы

проницаемость, перем. ток (permeability), a-c — общий термин, используемый для выражения различных динамических отношений между магнитной индукцией, *B,* и намагничивающей силой, *H,* для магнитных материалов, подвергающихся циклическому намагничиванию переменным или прерывистым током. Значения проницаемости (перем. ток), получаемые для определенного материала, зависят в основном от пределов отклонений динамического возбуждения и индукции, методов и условий измерений, а также таких факторов как удельное сопротивление, толщина расслоения, частота возбуждения и т.д.

ПРИМЕЧАНИЕ 12 — Числовые значения для любой проницаемости бессмысленны, если не указано соответствующее значение *B* или уровень возбуждения *H*. Для дифференциальной проницаемости должны быть указаны не только соответствующее значение *B, (пост. ток)* или уровень возбуждения *H*, но и динамический диапазон *(ΔB* или *ΔH)*.

Проницаемость, пост. ток (permeability), d-c — общий термин, используемый для выражения отношений между магнитной индукцией, *B,* и намагничивающей силой, *H,* при различных условиях магнитного возбуждения. Данные отношения либо *(1)* абсолютная проницаемость, которая, как правило, является отношением изменения магнитной индукции поделенной на соответствующее изменение намагничивающей силы, или *(2)* относительная проницаемость, которая является отношением абсолютной проницаемости к магнитной постоянной (γ_m).

ПРИМЕЧАНИЕ 13 — Магнитная постоянная γ_m – это скалярная величина, отличающаяся по значению и однозначно определяемая каждой электромагнитной системой единиц. В нерационализованной системе единиц СГС γ_m - 1 гаусс/эрстед, а рационализованной системе МКСА $\gamma_m = 4\pi \times 10^{-7}$ *Гн/м.*

ПРИМЕЧАНИЕ 14 — Относительная проницаемость – безразмерная величина, которое одинаково во всех системах единиц. Значение и размеры абсолютной проницаемости зависят от применяемой системы единиц.

ПРИМЕЧАНИЕ 15 — Для любых ферромагнитных материалов проницаемость является функцией степени намагничивания. Однако, начальная проницаемость, μ_0 и максимальная проницаемость, μ_m являются единственными значениями для определенного образца при определенных условиях.

ПРИМЕЧАНИЕ 16 — За исключением начальной проницаемости, μ_0 числовая величина любой из проницаемостей (пост. ток) не имеет смысла, если не указаны соответствующее значение *B* или уровень возбуждения *H*.

ПРИМЕЧАНИЕ 17 — Для импульсной проницаемости $\mu\Delta$ и $\mu\Delta i$, числовое значение не имеет смысла, если не указаны оба соответствующих значения среднего уровня возбуждения *(B* или *H)* и диапазон возбуждения *(*Δ *B* или Δ *H).*

фазовый анализ (phase analysis) — аналитический прием, который устанавливает различия между переменными в детали, проходящей электромагнитную дефектоскопию по различным изменениям фазового угла, которые данные условия оказывают на испытательный сигнал. См. также *фазовое детектирование (phase detection).*

фазовый угол (phase angle) — угловой эквивалент перемещения во времени между соответствующими точками на двух синусоидах одинаковой частоты

фазовое детектирование (phase detection) — отклонение сигнала, амплитуда которого является функцией фазового угла между двумя переменными токами, один из которых используется в качестве опорного

фазочувствительная система (phase-sensitive system) — система, выходной сигнал которой, зависит от фазового соотношения между напряжением, вернувшимся с датчика или катушки-датчика и опорным напряжением

сдвиг фазы (phase shift) — изменение в фазовом соотношении между двумя переменными одной частоты

зондовая катушка (probe coil) — в электромагнитной дефектоскопии, маленькая катушка или катушка в сборе, которая помещается на или около поверхности тестируемых объектов

зазор зондовой катушки (probe coil clearance) —расстояние по перпендикуляру между соседними поверхностями катушки и детали; см. также отрыв

время восстановления (recovery time) — время, необходимое системе дефектоскопии для возвращения в первоначальное состояние после получения сигнала

катушка опорного сигнала (reference coil) — катушка или датчик, который может использоваться в сочетании с соответствующим материалом для придания электрического равновесия сравнительной системе

контрольный эталон (reference standard) — трубка, пластина или деталь с искусственными несплошностями, используемая для определения установок чувствительности при испытаниях, а также для периодической проверки и настройки установок чувствительности согласно требованиям [см. также *эталон (standard)* (1)] (E 215)

уровень браковки (rejection level) — значение, установленное для испытательного сигнала, выше или ниже которого испытательные образцы не принимаются, или по которому они отличаются от оставшихся испытательных образцов

избирательность (selectivity) — характеристика системы дефектоскопии, которая является измерением пределов, до которых КИП способен проводить различие между эталонным сигналом и помехами других частот или фаз

контроль чувствительности (sensitivity control)— контроль в КИП, который регулирует коэффициент усиления, и также является одним из факторов, которые определяют способность определять несплошности (E 215)

градиент сигнала (signal gradient) — то же самое, что и *дифференциальное показание (differential readout)*

отношение «сигнал-шум» (signal-to-noise ratio) — отношение значений сигнала (выходной сигнал, содержащий значимую информацию) к шуму (выходной сигнал, содержащий незначимую информацию)

глубина проникновения поля (skin depth) — см. *глубина проникновения (depth of penetration)*

поверхностный эффект (skin effect) — явление, при котором глубина проникновения электрических токов в проводник уменьшается при увеличении частоты тока. При очень больших частотах движение тока ограничивается до крайне тонкого внешнего слоя проводника. (См. также *глубина проникновения (depth of penetration))*

скоростной эффект (speed effect) — явление в электромагнитной дефектоскопии, свидетельством которого является изменение напряжения сигнала вследствие изменения в относительном движении между испытательным образцом и контрольной катушкой в сборе

эталон, стандарт (standard) — (*1*) *эталон* -физический опорный эталон, используемый в качестве основы для сравнения или настройки; *(2) стандарт* – концепт, который был установлен органами власти, таможни или соглашение в отношении модели или правила при измерении качества или нормы для практики или процедуры.

стандартная глубина проникновения (standard depth of penetration) — см. *глубина проникновения (depth of penetration)*

стандартная глубина проникновения (standard depth of penetration (SDP)) —глубина, на которой плотность вихревых токов сокращается до примерно 37% плотности поверхности. Вихретоковый контроль наиболее эффективен, когда толщина стенок не превышает стандартную глубину проникновения или в стенках более тяжелых труб, когда несплошности рассматриваемых участков находятся на стандартной глубине проникновения (E 215)

контрольная катушка (test coil) — секция катушки в сборе, которая оценивает испытываемый материал в сравнительной системе; катушка, используемая для оценки материала в абсолютной или дифференциальной сравнительных системах (E 566)

частота испытаний (test frequency) — в электромагнитной дефектоскопии, количество полных циклов на единицу времени переменного тока, прилагаемое к первичной контрольной катушке

уровень качества испытаний (test quality level) — см. *уровень браковки (rejection level)*

трехсторонняя сортировка(three way sort) — электромагнитная сортировка, основанная на ответном сигнале от испытываемого материала выше или ниже двух уровней, установленных тремя или более калибровочными эталонами

уровень превышения порога (threshold level) — уставка КИП, которая приводит к регистрации им только тех изменений, которые больше или меньше установленной величины

уставка порога (threshold setting) — уставка КИП, которая вызывает регистрацию им только тех изменений в ответном сигнале вихревых токов, которые больше установленной величины (E 215)

ПРИМЕЧАНИЕ 18 — Чувствительность и уставки порогов обычно показаны произвольными числами на испытательном инструменте. Данные числовые уставки отличаются для КИП различных видов. Таким образом, будет неправильно переносить числовые уставки с одного инструмента на другой тип инструмента. Даже среди КИП одного конструктивного исполнения и от одного производителя, чувствительность и уставки порогов могут незначительно отличаться, при определении одних и тех же несплошностей. Поэтому, чрезмерное внимание к числовым значениям чувствительности и уставкам порогов не представляется оправданным. (E 215)

преобразователь (transducer) — электромагнитное устройство для преобразования электрической энергии в магнитную или механическую и наоборот (E 1033)

двухсторонняя сортировка (two-way sort) — электромагнитная сортировка, основанная на ответном сигнале от испытываемого материала выше или ниже уровня, установленного двумя или более калибровочными эталонами

качание (wobble) — в электромагнитной дефектоскопии, эффект, который вызывает изменение шага между катушками (операционный отрыв) из-за бокового перемещения испытательных образцов при прохождении через охватывающую катушку

7. РАДИОГРАФИЯ РЕНТГЕНОВСКИМИ И ГАММА-ЛУЧАМИ

поглощенная доза (absorbed dose) — количество энергии, приданное ионизирующим излучением на единицу массы облученного материала. Обозначается в *радах (rad);* 1 рад = 0,01 Дж/кг. Единица СИ- *грэй (gray);* 1 Гр = 1 Дж/кг.

мощность поглощенной дозы (absorbed dose rate) — поглощенная доза на единицу времени; рад/с. Единица СИ - Гр/с.

поглощение (absorption) — процесс, в котором ударяющиеся частицы или фотоны излучения сокращаются в количестве или энергии по мере их прохождения через материал

ускоряющее напряжение (accelerating potential) — разница в электрическом напряжении между катодом и анодом в рентгеновской трубке, через которую ускоряется заряженная частица: обычно выражается в единицах кВ или МВ

активация (activation) — в нейтронной радиографии, процесс приведения вещества в состояние искусственной радиоактивности посредством его облучения нейтронами или другими частицами

острый лучевой синдром (acute radiation syndrome) — незамедлительные последствия кратковременного чрезмерного воздействия на все тело человека ионизирующего излучения. Данные последствия включают тошноту и рвоту, ощущение дискомфорта, повышенную температуру и изменения в крови

буквенно-цифровой (alphanumeric) — термин, относящийся как к числам, так и к алфавитным знакам, обычно используется для обозначения устройств, способных работать с обоими типами знаков

альфа частица (alpha particle) — положительно заряженная частица, испускаемая определенными радиоактивными изотопами. Она состоит из двух протонов и двух нейтронов, и идентична ядру атома гелия

матрица датчиков излучения некристаллического селена (amorphous selenium (a-Se) radiation detector array) — матрица датчиков, использующих односторонний некристаллический селеновый фотопроводник, который напрямую преобразует падающее излучение в электрический заряд, который в дальнейшем может быть прочтен для формирования цифрового изображения

аналоговое изображение (analog image) — изображение, создаваемое постоянно изменяющимся физическим процессом (например, экспозиция пленки)

аналогово-цифровой преобразователь (analog to digital converter (a/d)) — устройство, которое изменяет аналоговый сигнал в цифровое представление сигнала

анод (anode) — положительный электрод разрядной трубки. В рентгеновской трубке анод переносит мишень

анодный ток (anode current) — электроны, проходящие от катода к аноду в рентгеновской трубке минус небольшие потери ввиду доли обратного рассеивания

апертура (aperture) — отверстие в материале, пространство или время, в течение которого элемент считается активным

рассматриваемый участок (area of interest) — определенная часть изображения объекта на радиограмме, которая подлежит оценке

матричный процессор (array processor) — логическое устройство обработки для специальных целей, которое производит крайне быстрые математические вычисления по числовым матрицам

артефакт (artifact) — фиктивное изображение на радиограмме, возникающее, помимо всего прочего, ввиду следующего: несоответствующее производство, хранение, транспортировка, экспонирование или обработка

авторадиограф (autoradiograph) — изображение объекта, содержащего радиоэлемент, полученное на носителе информации путем его собственного излучения

излучение обратного рассеивания (back scattered radiation) — излучение рассеянное более чем на 90 градусов по отношению к падающему лучу, то есть в обратном направлении в направление источника излучения

бетатрон (betatron) — электронный ускоритель, в котором ускорение создается специальным магнитным полем, ограничивающим электроны на круговой орбите. Такой тип оборудования обычно работает при энергии от 10 до 31 мэВ

блокировка или маскирование (blocking или masking) — окружение образцами или покрытие их секций абсорбирующими материалами

расплывание (blooming) — в рентгенологическом отображении в режиме реального времени, нежелательное условие, проявляемое некоторыми устройствами преобразования изображения и телевизионными передающими трубками, из-за превышения допустимой яркости на входе для устройства вызывает насыщение изображения и дает в результате нечеткое изображение худшего пространственного разрешения и нейтрально-серое изображение

blow back (просмотр с увеличением) — увеличение уменьшенной радиограммы до ее первоначального размера с помощью оптического прямого считывающего устройства

кассета (cassette) — светонепроницаемый контейнер для хранения радиографических носителей информации во время экспонирования, например, пленки с/без усиливающих или преобразовывающих экранов

характеристическая кривая (characteristic curve) — график плотности в зависимости от логарифма экспозиции или относительной экспозиции. (Также называется кривая D-log *E* или кривая *H* и *D*)

рентгенокиносъемка (cine-radiography) — создание серии радиограмм, которая может быть просмотрена на большой скорости в последовательности, таким образом, создавая иллюзию непрерывности

коллиматор (collimator) — устройство из абсорбирующего излучение материала, предназначенное для определения направления и углового расхождения пучка излучения

комплексное визуальное отображение (composite viewing) — визуальное отображение двух или более наложенных радиограмм из составной засветки фотоматериалов

комптоновское рассеяние излучения (compton scatter radiation) — рассеянные рентгеновские или гамма лучи, которые являются результатом неупругого рассеяния падающих рентгеновских или гамма лучей на электрон. Так как испускаемый электрон имеет малую дальность в большинстве материалов, он не считается частью рассеянного излучения

компьютерная рентгенография (фото стимулируемый люминесцентный метод) (computed radiology (photo stimulated luminescence method) — двухступенчатый процесс рентгеновской визуализации; первое, формная пластина с люминофором долгого свечения подвергается воздействию проникающего излучения; второе, свечение от фото стимулируемого люминофора определяется, оцифровывается и представляется в виде твердой копии или ЭЛТ

постоянное напряжение (constant potential) — метод электрической генерации рентгеновских лучей путем направления электрического источника постоянного напряжения (напряжение и ток) через анод и катод рентгеновской трубки; составляющая пульсации электрического источника постоянного напряжения обычно менее 2,0%

контрастная чувствительность (contrast sensitivity) — мера минимального изменения в процентах в объекте, который демонстрирует ощутимое изменение в плотности/яркости радиологического изображения

расширение контраста (contrast stretch) — функция, которая работает со значениями нейтрально-серой шкалы на изображении для увеличения или изменения контрастности изображения

четкость, четкость изображения (definition, image definition) — резкость воспроизведения деталей изображения на радиограмме. Обычно используется качественно

денситометр (densitometer) — устройство для измерения оптической плотности пленки с радиограммами

плотность (пленки) (density (film)) — количественное измерение затемнения пленки при передаче или отражении света.

$$D = \log (I_0/I) \text{ или } D = \log (I_0/R)$$

где

D = плотность
I_0 = интенсивность света, падающего на пленку
I = интенсивность передаваемого света
R = интенсивность отражаемого света

полоска для сравнения плотности (density comparison strip) — альтернативный термин для *сравнения со ступенчатой градацией потемнения (step-wedge comparison film)*.

цифровой (digital) — воспроизведение данных или физических свойств в форме дискретных кодов, таких как цифровые символы, в отличие от непрерывного потока

цифровое изображение (digital image) — изображение, состоящее из дискретных пикселей, каждый из которых характеризуется представленным в цифровой форме уровнем яркости

система получения цифрового изображения (digital image acquisition system) — система электронных компонентов, которые либо напрямую получают излучение, либо преобразуют информацию об аналоговом излучении и создают изображение трехмерного плана интенсивности излучения, состоящего из вектора дискретных цифровых параметров интенсивности (см. *пиксель (pixel))*

улучшение изображения цифровыми методами (digital image enhancement) — любое действие с целью улучшения какого-либо аспекта первоначального изображения

система обработки цифрового изображения (digital image processing system) — система, которая использует алгоритмы для обработки данных цифрового изображения

оцифровывание (в рентгенологии) (digitize (for radiology)) — меры по преобразованию аналогового изображения или сигнала в цифровую индикацию

динамический диапазон (в рентгенологии) (dynamic range (for radiology)) — диапазон интенсивности сигнала, который определяет диапазон работоспособности системы

эквивалент показателя качества изображения, чувствительность (equivalent I.Q.I, sensitivity) — та толщина показателя качества изображения, выраженная в процентах от толщины сечения, определяемого рентгенографией, в которой отверстие 2T или 2% эквивалента размера проволоки будут видны при тех же рентгенологических условиях

чувствительность эквивалентного эталона (equivalent penetrometer sensitivity) — та толщина пенетрометра, выраженная в процентах от толщины сечения рентгенографического контроля, в которой отверстие 2T будет видно при тех же рентгенологических условиях

стираемая оптическая среда (erasable optical medium) — стираемая и перезаписываемая среда хранения, где цифровые данные представлены посредством степени отражающей способности записывающего слоя среды: данные могут быть изменены

воздействие, рентгенографическое воздействие (exposure, radiographic exposure) — подверженность записывающей среды излучению с целью получения непроявленного изображения. Рентгенографическое воздействие обычно выражается в миллиампер-секундах или милликюри-часах при известном расстоянии от источника до пленки.

таблица экспозиций (exposure table) — краткое изложение показателей рентгенографического воздействия для различных толщин определенного материала

контрастность пленки (film contrast) — количественное выражение угла наклона или крутизны характеристической кривой пленки; данное свойство фотографического материала, которое связано с величиной разности плотностей является результатом данной разницы воздействий

светочувствительность пленки (film speed) — численная величина, выражающая отклик приемника изображения на энергию проникающего излучения при определенных условиях

фильтр (filter) — однородный слой материала, обычно большего атомного числа, чем образец, помещенный между источником излучения и пленкой с целью избирательного поглощения мягкого излучения

флуоресценция (fluorescence) — выделение света веществом в результате поглощения какого-то другого излучения с более короткими длинами волн только в случае сохранения стимула, выделяющего излучение

флуоресцентный экран (fluorescent screen) — альтернативный термин, *усиливающий экран (b) (intensifying screen (b))*

флуороскопия (fluoroscopy) — визуальный осмотр на флуоресцентном экране изображения объекта, подвергающегося воздействию проникающего, ионизирующего излучения

фокальное пятно (focal spot) — в рентгеновских генераторах, та часть анода (мишени) рентгеновской трубки, которая выпускает рентгеновские лучи при облучении электронами

вуаль (fog) — общий термин, используемый для обозначения любого увеличения оптической плотности обрабатываемой фотографической эмульсии, вызванного чем-либо отличным от прямого действия излучения, формирующего изображение, а также ввиду нижеследующего:

(a) старение (aging) — ухудшение свойств до или после воздействия, или и то, и другое, в результате того, что носитель информации хранился слишком долгий период времени или из-за других несоответствующих условий;

(b) основа (base) — минимальная постоянная плотность, свойственная процессу обработки эмульсии без предварительного воздействия

(c) химические реагенты (chemical) — вследствие нежелательных реакций во время химической обработки;

(d) дихроматы (dichroic) — характеризуется образованием коллоидного серебра в светочувствительном слое;

(e) окисление (oxidation) — вызвано воздействием воздуха во время проявления;

(f) экспонирование (exposure) — возникает от любого нежелательного воздействия на эмульсию ионизирующего излучения или света в любое время между обработкой и окончательным закреплением;

(g) фотографический эффект (photographic) — возникает только от свойств эмульсии и условий обработки, например, общий эффект внутренней вуали и химической вуали;

(h) порог (threshold) — минимальная постоянная плотность, свойственная процессу обработки эмульсии без предварительного воздействия.

плотность вуали (fog density) — общий термин, используемый для обозначения любого увеличения оптической плотности обрабатываемой пленки, вызванного чем-либо отличным от прямого действия излучения, формирующего изображение

прямое рассеянное излучение (forward scattered radiation) — излучение, которое рассеивается на менее чем 90 градусов по отношению к падающему пучку, то есть, вперед в общем направлении источника излучения

гамма-радиография (gamma-radiography) — технология получения радиограмм с помощью гамма лучей

гамма луч (gamma ray) — электромагнитное проникающее излучение, которое происходит из распада радиоактивного ядра

геометрическая нерезкость (geometric unsharpness) — полутень в рентгеновском изображении, которая зависит от:

(a) размеров источника излучения;

(b) расстояния от источника до объекта; и

(c) расстояния от объекта до датчика.

зернистость (graininess) — визуальное впечатление неровности от осадка серебра в проявленной пленке

период полураспада (half-life) — время, требуемое для половины определенного числа радиоактивных атомов, чтобы пройти стадию распада

слой половинного поглощения (half-value layer (HVL)) — толщина абсорбирующего материала, требуемая для сокращения интенсивности пучка падающего излучения до половины его первоначальной интенсивности

толщина слоя половинного поглощения (half-value thickness) — толщина определенного вещества, которое при попадании на траекторию определенного пучка излучения, сокращает его интенсивность наполовину

файл данных изображения (image data file) — цифровой файл, содержащий рентгенологические изображения и текстовую информацию

четкость изображения (image definition) — см. *четкость (definition)*

обработка изображения (image processing) — метод, в котором данные цифрового изображения трансформируются по математической функции

эталон чувствительности (image quality indicator (IQI)) — в промышленной радиологии, устройство или сочетание устройств, у которых достоверное изображение(я) представляют визуальные или количественные данные, или и то, и другое, что позволяет определить рентгенографическое качество и чувствительность. Также известен как *penetrometer* (эталон чувствительности) (менее употребительный термин).

ПРИМЕЧАНИЕ 19 — Он не предназначен для определения размера или допустимых пределов неоднородностей.

показание, сущ. (indication, n) — отклик или экспериментальные данные исследования методом неразрушающего контроля, которое требует интерпретации для определения его значимости

усиливающий экран (intensifying screen) — материал, который преобразует часть рентгенографической энергии в свет или электроны и при контакте с носителем информации при экспонировании улучшает качество радиограммы или сокращает время экспонирования, необходимое для получения радиограммы, или и то, и другое. Обычно используются три типа экранов:

(a) металлический экран (metal screen) — экран, состоящий из плотного металла (обычно свинец) или из плотного соединения металлов (например, оксида свинца), который испускает первичные электроны при воздействии рентгеновских и гамма лучей;

(b) флуоресцентный экран (fluorescent screen) — экран, состоящий из люминофорного покрытия, который флуоресцирует при воздействии рентгеновского и гамма излучения;

(c) флуоресцентно-металлический экран (fluorescent-metallic screen) — экран, состоящий из металлической фольги (обычно свинцовой), покрытой материалом, который флуоресцирует при воздействии рентгеновского и гамма излучения. Покрытая поверхность размещается рядом с пленкой, чтобы обеспечить свечение; металл выполняет те же функции, что и обычный металлический экран.

чувствительность эталона (IQl sensitivity) — в рентгенографии минимально видимое изображение и назначенное отверстие в пластине или назначенная проволока в эталоне чувствительности проволочного типа

кэВ (килоэлектронвольт) (keV (kilo electron volt)) — единица энергии, равная одной тысяче электрон-вольт, используется для выражения энергии рентгеновских лучей, гамма лучей, электронов и нейронов

кВ (киловольт) (kV (kilo volt)) — единица разности электрических потенциалов, равная одной тысячной вольт, используется для описания ускоряющего напряжения рентгеновской трубки

скрытое изображение (latent image) — условие, создаваемое и поддерживаемое в датчике изображения воздействием излучения, и обладающее возможностью преобразования в видимое изображение посредством обработки

свинцовый экран (lead screen) — см. *усиливающий экран (a) (intensifying screen (a))*

контрольный шаблон пар линий (line pair test pattern) — модель из одного или нескольких пар объектов с высококонтрастными линиями равной ширины и равного промежутка. Модель используется с формирователем изображения для измерения пространственной разрешающей способности.

линейный ускоритель (linear accelerator) — электронный генератор, в котором ускорение частиц связано с продвижением высокочастотного поля внутрь линейного или гофрированного волновода

пар линий на миллиметр (line pairs per millimeter) — измерение пространственной разрешающей способности устройства преобразования изображения. Контрольный шаблон пар линий, состоящий из одной или нескольких пар одинаковых по ширине, высококонтрастных линий и промежутков используется для определения максимальной плотности линий и промежутков, которые могут быть успешно представлены на изображения. Значение выражается в количестве пар линий на миллиметр.

маркер расположения (location marker) — цифра или буква, выполненная из свинца (Pb) или другого материала, высоко ослабляющего излучение, который размещается на объекте, чтобы обеспечить прослеживаемость между определенной областью на изображении и деталью

гамма излучение малой энергии (low-energy gamma radiation) — гамма излучение с энергией менее 200 кэВ

яркость (luminosity) — единица измерения интенсивности выпускаемого света

мА (миллиампер) (mA (milli ampere)) — единица тока, равная 0,001 ампер, используется для выражения тока рентгеновской трубки

магнитная запоминающая среда (magnetic storage medium) — запоминающая среда, использующая магнитные свойства (магнитные диполи) для хранения цифровых данных (например, движущееся дисковое ЗУ, диск или пленка, или статическая память на магнитных источниках, или пленка)

МэВ (мега или миллион электрон вольт) (MeV (mega or million electron volts)) — единица энергии, равная одному миллиону электрон-вольт, используется для выражения энергии рентгеновских лучей, гамма лучей, электронов и нейронов

микрофокусная рентгеновская трубка (micro focus X-ray tube) — рентгеновская трубка с эффективным размером фокального пятна не более 100 мкм

миллиампер (мА) milliamperes (mA) — технический термин - *ток трубки (tube current)* и определяется как ток, проходящий между катодом и анодом во время работы рентгеновской трубки, измеряемый в миллиамперах (мА) (mA) и обычно являющийся единицей измерения интенсивности рентгеновских лучей

минифокусная рентгеновская трубка (minifocus X-ray tube) — рентгеновская трубка с эффективным размером фокального пятна 100 - 400 *мкм*

МВ (мега или миллион вольт) (MV (mega or million volt)) — единица разности электрических потенциалов, равная одному миллиону вольт, используется для описания ускоряющего напряжения рентгеновской трубки

чистая плотность (net density) — общая плотность минус вуаль и вспомогательная (основы пленки) плотность

нейтронная радиография (neutron radiography) (NRT) — процесс получения изображения внутренних деталей объекта путем избирательного ослабления пучка нейтронов объектом

шум (noise) — данные, присутствующие в рентгенологическом измерении, которые не связаны напрямую со степенью ослабления излучения испытываемого объекта

нестираемые оптические данные (nonerasable optical data) — нестираемая неперезаписываемая среда хранения информации, где цифровые данные представлены степенью отражения регистрирующего слоя среды. Данные не могут быть изменены.

пленка неэкранного типа (пленка прямого типа) (nonscreen-type film (direct-type film)) — рентгеновская пленка, предназначенная для использования с/без металлических экранов, но не предназначенная для использования с солевыми экранами

ядерная активность (nuclear activity) — число распадов, возникающее в определенном количестве материала за единицу времени. Единицей измерения является *Кюри (Curie)*. Один кюри эквивалентен $3{,}7 \times 10^{10}$ распадов в секунду.

расстояние «объект-пленка» (object-film distance) — расстояние между поверхностью источника объекта и плоскостью регистрирующей среды

ПРИМЕЧАНИЕ 20 — В случае помещения регистрирующей среды в непосредственном контакте с исследуемым объектом, расстояние равняется толщине объекта.

оптическая плотность (optical density) — степень почернения прозрачной среды (затемнение пленки) выражается следующим образом:

$$OD = \log (I_0/I)$$

где:

OD = оптическая плотность

I_0 = интенсивность света, направленного на пленку = интенсивность света, передаваемого через пленку

оптический контрольный шаблон пар линий (optical line pair test pattern) — см. *контрольный шаблон пар линий (line pair test pattern)*

образование пар (pair production) — процесс, в котором гамма-фотон с энергией большей, чем 1,02 мэВ, преобразуется напрямую в вещество в форме электронно-позитронных пар. Последующее уничтожение позитронов приводит к образованию двух 0,511 мэВ гамма-фотонов.

узкий пучок (pencil beam) — пучок излучения, который имеет малое отклонение, обычно создается коллимированием интенсивного источника излучения

эталон чувствительности (penetrameter) — альтернативный термин для *эталон чувствительности (image quality indicator)*.

чувствительность эталона (penetrameter sensitivity) — альтернативный термин для *чувствительности эталона (IQI sensitivity)*.

люминофор (phosphor) — любое вещество, которое может стимулироваться для испускания света падающим излучением

фоторентгенография (photo fluorography) — снимок изображения, формируемого на флуоресцентном экране

фотостимулируемая люминесценция (photostimulable luminescence) — физическое явление люминофоров, абсорбирующих падающее ионизирующее излучение, хранящих энергию в квазистабильных состояниях и испускающих люминесцентное излучение пропорционально поглощенной энергии при стимуляции излучением другой длины волны

фотостимулируемый люминесцентный люминофор (photo stimulable luminescent phosphor) — люминофор, способный хранить не проявленное рентгенологическое изображение, которое при лазерной стимуляции, будет генерировать люминесценцию, пропорциональную интенсивности излучения

пиксель (pixel) — самый малый доступный элемент в электронном изображении

пиксель, размер изображения (pixel, display size) — размеры самого малого элемента картинки, составляющего отображенное на дисплее изображение, при условии, что размеры изображенного объекта представлены элементом

размер пикселя (pixel size) — длина и ширина пикселя

первичное излучение (primary radiation) — излучение, исходящее напрямую от источника

радиограмма (radiograph) — постоянное видимое изображение на носителе информации, произведенное проникающим излучением, проходящим через испытываемый материал

контрастность радиограммы (radiographic contrast) — разница в плотности между изображением и его непосредственным окружением на радиограмме

радиографический коэффициент эквивалентности (radiographic equivalence factor) — коэффициент, на который необходимо умножить толщину материала, чтобы определить, какая толщина эталонного материала (обычно стали) будет иметь такую же поглощающую способность

радиографическое экспонирование (radiographic exposure) — см. *экспонирование (exposure)*

радиографическое дефектоскопия (radiographic inspection) — использование рентгеновских лучей или ядерного излучения, или того и другого, при обнаружении несплошностей в материале, и представление их изображений на носителе информации.

радиографическое качество (radiographic quality) — качественный термин, используемый для описания способности радиограммы показывать дефекты на контролируемом участке

радиографическая чувствительность (radiographic sensitivity) — общий или качественный термин, относящийся к размеру наименьшей детали, которую можно увидеть на радиограмме, или легкость, с которой могут быть увидены детали

радиография (radiography) — технология, действия или процесс изготовления радиограмм

рентгеноскопия (radiological examination) — использование проникающего ионизирующего излучения для отображения изображений с целью обнаружения несплошностей или для того, чтобы убедиться в целостности детали

радиология (radiology) — наука и применение рентгеновских и гамма лучей, нейтронов и другого проникающего излучения

радиоскопия (radioscopy) — электронное создание рентгенологического изображения, которое очень четко воспроизводит изменения со временем, происходящие с испытываемым объектом

экраны из редкоземельных элементов (rare earth screens) — см. *усиливающий экран (intensifying screen)*

радиоскопия в реальном времени (real-time radioscopy) — радиоскопия, которая способна следить за движением объекта без ограничения во времени

носитель информации (recording media) — материал, способный улавливать или хранить, или и то, и другое, рентгенологическое изображение в цифровой или аналоговой форме

регистрирующая среда (recording medium) — пленка или детектор, который преобразует излучение в видимое изображение

репрезентативный эталон чувствительности (representative quality indicator) (RQI) —фактическая деталь или похожая деталь сравнимых геометрических и ослабляющих характеристик с испытательным образцом(образцами), которая имеет известные и измеряемые характеристики, или и то, и другое, представляющая аспекты несоответствия, на которые необходимо проверить испытательный образец

сцинтилляторы и сцинтиллирующие кристаллы (scintillators and scintillating crystals) — детектор, преобразующий ионизирующее излучение в свет

экран (screen) — альтернативный термин для усиливающего экрана (intensifying screen)

вторичное излучение (secondary radiation) — излучение, испускаемое любым веществом в результате облучения первичным источником

чувствительность (sensitivity) — см. *контрастная чувствительность (contrast sensitivity), эквивалентный эталон, чувствительность (equivalent I.Q.I, sensitivity), чувствительность эквивалентного эталона (equivalent penetrometer sensitivity), чувствительность эталона (IQl sensitivity), радиографическая чувствительность (radiographic sensitivity)*

прокладка (shim) — материал, обычно размещаемый под эталоном чувствительности, который рентгенологически близок в изображаемому объекту

сигнал (signal) — данные, присутствующие в рентгенологическом измерении, которые напрямую связаны со степенью ослабления излучения исследуемым объектом

источник (source) — прибор или радиоактивный материал, испускающий проникающее излучение

расстояние «источник-пленка» (source-film distance) — расстояние между районом источника, испускающим излучение, и пленкой

ступенчатый оптический клин (step wedge) — устройство с дискретным шагом по плотности, используемое для получения изображения с дискретными шаговыми значениями плотности

калибровочная пленка со ступенчатым клином (step-wedge calibration film) — контрольная пленка со ступенчатым оптическим клином, плотность которой можно соотнести с признанными национальными стандартными нормативами

контрольная пленка со ступенчатым клином (step-wedge comparison film) — отрезок проявленной пленки с шаговой матрицей увеличения рентгенографической плотности

контрольная пленка со ступенчатым клином (step wedge comparison film) — рентгенограмма с дискретными шагами плотности, которые были проверены с помощью сравнения с пленкой с калиброванным ступенчатым клином

люминофорная плата для хранения изображения с длительным послесвечением (storage phosphor imaging plate) — гибкий или твердый детектор многократного использования, который хранит рентгенографическое изображение, полученное в результате воздействия проникающего излучения

контраст объекта (subject contrast) — коэффициент (или логарифм коэффициента) интенсивностей излучений, переданных выборочными частями образца

вызванные системой артефакты (system induced artifacts) — искажения, созданные системой во время получения, обработки изображения или хранения цифрового изображения

шум системы (system noise) — шум, присутствующий в рентгенологическом измерении, являющийся результатом действия индивидуальных элементов рентгенологической системы

мишень (target) — та часть анода трубки, выпускающей рентгеновские лучи, на которую направлен пучок электронов

слой десятикратного ослабления (tenth-value-layer (TVL)) — толщина слоя определенного вещества, которая при помещении на пути узкого пучка излучения, уменьшает интенсивность данного излучения в десять раз

томография (tomography) — любая рентгенологическая технология, которая производит изображение выбранной плоскости объекта за исключением конструкций, которые не попадают в рассматриваемую плоскость (см. *томограмма (tomogram)* и *(компьютерная томография (CT) computed tomography))*

общая нерезкость изображения (total image unsharpness) — стертость черт исследуемого объекта на рентгенографическом изображении в результате любых причин

светопроницаемая основная среда (translucent base media) — материалы, обладающие свойствами, которые обеспечивают возможность рентгенографической интерпретации путем пропускания или отражения света

денситометр для измерения в проходящем свете (transmission densitometer) — КИП, который измеряет интенсивность пропускаемого света через рентгенографическую пленку и предоставляет показания о плотности пленки в проходящем свете

плотность пленки в проходящем свете (transmitted film density) — плотность рентгенографической пленки, определенная с помощью пропущенного света

ток трубки (tube current) — ток, измеряемый в миллиамперах, проходящий между катодом и анодом во время работы рентгеновской трубки

ток трубки (tube current) — перенос электричества, создаваемый потоком электронов, от катода прямого накала к зеркалу анода в рентгеновской трубке; обычно измеряется в миллиамперах

вакуумная кассета (vacuum cassette) — гибкий светонепроницаемый контейнер, который при работе в условиях вакуума, удерживает пленку и экран в непосредственном контакте во время рентгенографического воздействия

8. ИСПЫТАНИЕ НА УТЕЧКУ

абсолютный манометр (absolute manometer) — манометр, чьи настройки могут быть вычислены через измеряемые физические константы КИП и для которого настройка одна и та же для всех идеальных газов

абсолютное давление (absolute pressure) — давление выше абсолютного нуля, соответствующее пустому пространству, то есть локальное атмосферное давление плюс манометрическое давление

абсорбция (absorption) — в испытании на утечку соединение или объединение газа с внутренней структурой твердого тела (или жидкости)

аккумуляционное испытание (accumulation test) — испытание на утечку, используемое для определения крайне малых протечек, при которых газ, содержащийся в детали,

ТАБЛИЦА 1
СОСТАВ И ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Компонент	Объем %	Парциальное давление, кПа
На уровне моря (атмосферное давление 101 кПа)		
Кислород	21	(0,21 X 101 =) 21
Азот	78	(0,78 X 101 =) 79
Другие	1	(0,01 X 101 =) 1
		Общее атмосферное давление, 101
На высоте 3700 м (атмосферное давление 64 кПа)		
Кислород	21	(0,21 X 64 =) 13
Азот	78	(0,78 X 64 =) 50
Другие	1	(0,01 X 64 =) 1
		Общее атмосферное давление, 64

будет собираться, если имеются протечки, в течение определенного периода времени в закрытой вакуумной камере, в которую была помещена деталь. В конце испытания камера открывается в течеискатель, который чувствителен к газу.

щелочной ионный диод (alkali ion diode) — датчик галогенных газов. См. также *галогенный течеискатель(2) (halogen leak detector (2))*.

течь в мембране (aperture leak) — протечка такого вида, что длина канала утечки значительно меньше, чем наименьший диаметр канала, так что протечка может считаться эквивалентом отверстия в бесконечно тонкой стенке

атмосфера (стандартная) (atmosphere (standard)) — давление, оказываемое ртутным столбом 760 мм высотой при 0°C при стандартном ускорении свободного падения; равно 101325 Па

атмосферное давление (atmospheric pressure) — давление атмосферы в определенном месте и времени (см. Таблицу 1)

атомная единица массы (atomic mass unit (amu)) — единица измерения массы частицы (атома, молекулы, иона и т.д.), определяемая как $^{1}/_{12}$ массы углерода-12. Числовое значение массы частицы в терминах атомных единиц массы идентично атомному весу.

звуковой течеискатель (audible leak indicator) — вспомогательное устройство к течеискателю, которое преобразует выходной сигнал в звуковой сигнал, частота которого соответствует скорости протечек

обратное давление (back pressure) — то же, что и *выпускное давление (forepressure)*

испытание обратным давлением (back pressure test) — то же, что и *испытание вакуумом (pressure-evacuation test)*

фоновый сигнал (background signal) — в испытании на утечку, постоянный или переменный выходной сигнал течеискателя, вызываемый присутствием остаточного пробного газа или другого вещества, на который отвечает чувствительный элемент

форвакуумный насос (backing pump) — см. *форвакуумный насос (fore pump)*

объем накопления (backing space) — расстояние между форвакуумным насосом и подсоединенным диффузионным насосом (или насосом другого вида, требующим для работы форвакуумный насос). См. также *балласт (ballast)*.

метод накопления (backing space technique) — метод испытания на утечку, при котором течеискатель соединен с объемом накопления с целью использования сжатия газа, которое возникает между вакуумной системой и форвакуумным насосом ввиду работы диффузионного насоса (или насоса другого типа с высокой скоростью по отношению к форвакуумному насосу)

дегазация (bake-out) — в испытании на утечку дегазация вакуумной системы путем нагрева при перекачивании

балласт (ballast) — в испытании на утечку объем накопления, достаточно большое для поддержания низкого выпускного давления при временной остановке форвакуумного насоса

ионизационный вакуумметр Байяра - Альперта (Bayard-Alpert ionization gage) — см. *ионизационный вакуумметр (ionization vacuum gage)*

вакуумный колпак (bell jar)— контейнер, открытый с одной стороны (обычно на дне), который используется в качестве вакуумной камеры или испытательного сосуда

испытание вакуумным колпаком (bell jar testing) — испытание, используемое для определения протечек от объекта полностью или частично наполненного пробным газом и помещенного в вакуумную камеру или вакуумный колпак

испытание бомбой (bomb test) — см. *испытание вакуумом (pressure-evacuation test)*

испытание на образование пузырей погружением (bubble immersion test) — форма испытания на утечку газосодержащих камер, в которой на протечку указывает формирование пузырей на месте протечки

очистка (clean-up) — в испытании на утечку время, необходимое для системы испытания для сокращения выходного сигнала до 37% сигнала, указанного в момент, когда пробный газ прекращает поступать в систему. Также называется время очистки.

клюсек (clusec) — абсолютная единица скорости потока, равная 10-2 люсекам

ионизационный вакуумметр с холодным катодом (cold-cathode ionization gage) — см. *ионизационный вакуумметр (ionization vacuum gage)*

степень концентрации (concentration ratio) — в испытании на утечку отношение количества атомов (молекул) определенного составляющего (газовой) смеси к общему числу атомов (молекул) в смеси. Для идеальных газов степень концентрации имеет то же значение, что и объемное содержание или парциальное давление составляющей.

проводимость (conductance) — в испытании на утечку отношение количества газа (в состоянии равновесия, при консервативных условиях), пропускаемого через трубу или отверстие к разнице парциальных давлений газа в двух концах трубы или на двух концах отверстия, выраженное в единицах объема на единицу времени, таких как кубические метры на секунду

разложение (cracking) — в испытании на утечку, то же что и *распад (dissociation)*

дифференциальный течеискатель (differential leak detector) — течеискатель, использующий две похожие замерные трубки в мостовой схеме с сепаратором, который определяет пробный газ между системой и одной из труб

дифференциальный манометр Пирани (differential Pirani gage) — течеискатель, использующий две похожие трубки Пирани в качестве консолей мостика Уитстона

диффузия (diffusion) — в испытании на утечку поток газа через вещество, в котором газ перемещается через кристаллическую решетку, в отличие от геометрической протечки (диаметры молекул в отношении к размерам отверстий)

давление на выходе (discharge pressure) — в испытании на утечку то же, что и *выпускное давление (forepressure)*

течеискатель выпускной трубки (discharge tube leak indicator) — стеклянная трубка, соединенная с испытываемой системой, при этом электроды стеклянной трубки соединены с источником высокочастотного высокого напряжения, такими как трансформатор Тесла или индукционная катушка, таким образом, что можно наблюдать цветовые изменения электрического разряда при прохождении соответствующего пробного газа (метана, углекислого газа, спирта) через течь

распад (dissociation) — в испытании на утечку, распадение вещества на два или более составляющих

ПРИМЕЧАНИЕ 21 — Распад иногда называют разложением.

дрейф (drift) — в испытании на утечку, относительное медленное изменение фонового выходного уровня течеискателя из-за электроники, а не из-за изменения уровня пробного газа

динамическое испытание на утечку — форма испытания на утечку, при котором небольшое количество пробного газа, входящего через течь постоянно удаляется с контрольными целями

динамическое измерение утечки (dynamic leakage measurement) — утечка, определяемая измерением равновесия парциального давления пробного газа при активной работе насоса в системе

динамическая чувствительность течеискателя (dynamic sensitivity of leak detector)— минимальная скорость утечки, которую может опередить течеискатель, в условиях постоянного откачивания воздуха при специальных условиях их испытываемого вещества

эквивалентное давление азота (equivalent nitrogen pressure) — расчетное давление, на которое укажет датчик или другое устройство, если газ в устройстве был заменен азотом той же молекулярной плотности

давление на выходе (exhaust pressure) — в испытании на утечку то же, что и *выпускное давление (fore-pressure)*

выходной штенгель (exhaust tabulation) — то же, что и *вакуумный штенгель (pump-out tabulation)*

переполненная система (flooded system) — система, которая при испытаниях становится настолько переполненной пробным газом, что далее становится невозможным продолжать испытание

поток (flow) — то же, что и *скорость потока (flow rate)*

скорость потока (flow rate) — в испытании на утечку *(1)* скорость, с которой газы проходят через определенное поперечное сечение системы, определяемая продуктом и объемом прохождения за единицу времени и его (парциальное) давление в поперечном сечении; *(2)* результат разницы давлений (парциальных) газа на концах трубы или поперек лицевой стороны отверстия, и проводимость газа через трубу или отверстие. Выражается в области высокого давления на секунду, таких как паскаль кубических метров на секунду.

форвакуумная линия (fore-line) — в испытании на утечку линия между форвакуумным насосом и насосом, которым она обслуживает

клапан форвакуумной линии (fore-line valve) — в испытании на утечку вакуумный клапан, размещенный на форвакуумной линии для обеспечения разделения диффузионного насоса от форвакуумного насоса

выпускное давление (forepressure) — в испытании на утечку общее давление на выходе насоса, измеряемое рядом с выходным отверстием. Иногда называется обратное давление, противодавление, давление на выходе, давление на выхлопе или давление нагнетания. При обсуждении работы струи пара, термин «выпускное давление» может использоваться для обозначения общего давления газа против ударов струи.

форвакуумный насос (fore pump) — в испытании на утечку насос, создающий необходимый вакуум для насоса, который не способен выводить газы при атмосферном давлении. Иногда называется форвакуумным насосом (backing pump).

избыточное давление (gage pressure) — разница между абсолютным давлением и атмосферным давлением

газ (gas) — состояние вещества, в котором молекулы практически неограниченны межмолекулярными силами, так что молекулы могут свободно занимать все пространство внутри вещества. В вакуумной технологии слово «газ» иногда употребляется для обозначения некондисирующего газа и пара в вакуумной системе.

галоген (halogen) — любой элемент из группы элементов фтора, хлора, брома и йода. Соединения не подпадают под строгое определение галогена. Однако в контексте данного стандарта данное слово представляется удобным для обозначения галогенсодержащих соединений. Важными при определении утечек галогенов являются те газы, которые имеют достаточное давление пара, чтобы использоваться в качестве пробных газов.

галогенный течеискатель (halogen leak detector) — течеискатель, который реагирует на галогенные пробные газы. Также называется течеискатель, чувствительный к галогену или галоидный течеискатель. *(1)* Детектор с медной горелкой или галоидная горелка состоит из горелки Бунзена с пламенем, ударяющим на медную пластину или экран, и шлангом с пробоотборником для переноса пробных газов к забору воздуха горелки. *(2)* Галогенный течеискатель с щелочным ионным диодом зависит от изменения эмиссии положительных ионов от нагретого платинового анода при входе молекул галогена в чувствительный элемент.

ТАБЛИЦА 2
СТЕПЕНИ ВАКУУМА

Степени вакуума	Примерный диапазон давлений
Низкая	100 кПа до 3 кПа
Средняя	3 кПа до 0,1 Па
Высокая	0,1 Па до 0,1 мкПа
Очень высокая	0,1 мкПа до 0,1 мкПа
Ультра высокая	0,1 мкПа и менее

гелиевая бомбардировка (helium bombing) — испытание вакуумным давлением, в котором гелий используется в качестве испытательного газа

гелиевый дрейф (helium drift) — (1) в испытании на утечку с датчиком дрейф от течи или негерметичной прокладки, расположенной на некотором расстоянии от конца датчика, но который определяется датчиком и может ввести оператора в заблуждение касательно области рядом с датчиком; *(2)* постепенное перемещение стрелки измерительного прибора на выходе течеискателя ввиду медленного изменения концентраций гелия (либо ввиду протечки, либо дегазации) в трубке детектора. Выражается в цене деления на единицу времени.

гелиевый течеискатель (helium leak detector) — течеискатель, использующий гелий в качестве пробного газа

непроницаемое герметичное уплотнение (hermetically tight seal) — уплотнение, которое не имеет утечек, при динамическом испытании промышленными течеискателями, которые чувствительны к газу на стороне нагнетания, противоположной стороне, на которой расположен течеискатель, или которое не показывает утечку при любой другой форме испытания на утечку

высокий вакуум (high vacuum) — см. Таблицу 2

насос поддержания давления (holding pump) — форвакуумный насос, используемый для поддержания пароструйного насоса в рабочем состоянии, в то время как форвакуумный насос снижает давление системы до точки, в которой клапан между пароструйным насосом и системой может быть открыт, не останавливая поток пара из патрубков

поиск течи колпачковым методом (hood test) — общее испытание, при котором объект, испытываемый вакуумным способом, помещается под колпак, который наполнен пробным газом, чтобы все части испытываемого объекта проходили испытание в один и тот же момент. Тип динамического испытания на утечку, при котором весь объект или большая часть его внешней поверхности подвержена действию пробного газа, в то время как внутренняя часть соединена с течеискателем с целью определения наличия протечек.

ионизационный вакуумметр с горячим катодом (hot-cathode ionization gage) — см. *ионизационный вакуумметр (ionization vacuum gage)*

ионизационный вакуумметр с катодом прямого накала (hot-filament ionization gage) — см. *ионизационный вакуумметр (ionization vacuum gage)*

гидравлическое испытание под давлением (hydraulic pressure test) — то же, что и *гидравлическое испытание (hydrostatic test)*

гидравлическое испытание (hydrostatic test)— в испытании на утечку испытание давлением, при котором испытываемый объект полностью заполняется водой или другой жидкостью. Давление, при необходимости, затем подается на жидкость в течение необходимого времени, при этом внешняя сторона объекта визуально осматривается на наличие протечек.

идеальный газ (ideal gas) — газ, который подчиняется закону Бойля, и имеет нулевое нагревание при свободном расширении (или также подчиняется закону Гей-Люссака). Также известен как совершенный газ.

скорость натекания (in-leakage rate) — суммарная скорость утечки всех существующих протечек в определенном вакуумном сосуде в единицах области давления на единицу времени

впуск (inlet) — отверстие, фланец, соединение или муфта на течеискателе или в системе испытания на утечку, через которую пробные газы могут попадать через утечку в испытываемом объекте

впускной фланец (inlet flange) — см. *впуск (inlet)*

впускное отверстие (inlet port) — см. *впуск (inlet)*

испытание изнутри снаружи (inside-out testing) — см. *поиск течи колпаковым методом (bell jar testing)*

ионный насос (ion pump) — электрическое устройство для накачивания газа, состоящее из средств ионизации газа и системы электродов с соответствующими потенциалами, в некоторых случаях также и магнитное поле, которое приводит к движению сформировавшихся ионов по направлению к поверхности, на которой они поглощаются или залегают

источник ионизации (ion source) — в испытании на утечку, та часть трубки течеискателя, в которой происходит ионизация пробного газа перед его обнаружением

потенциал ионизации (ionization potential) — минимальная энергия, выраженная в (электрон) вольтах, требуемая для извлечения электрона из атома или молекулы для образования положительного иона

ионизационный вакуумметр (ionization vacuum gage) — вакуумметр, состоящий из средств ионизации молекул газа, электродов для сбора сформированных положительных ионов, и средств индикации величины собранного ионного тока. Различают различные ионизационные вакуумметры согласно методу формирования ионизации. Существуют следующие виды:

(a) ионизационный вакуумметр с катодом прямого накала (hot-filament ionization gage) — ионы образуются от столкновения электронов, выпускаемых катодом прямого накала (или катодом) и усиливаются электрическим полем. Также называется ионизационным вакуумметром с катодом прямого накала или просто ионным вакуумметром. Ионизационный вакуумметр Байяра-Альперта использует трубку со структурой электрода, определенной для уменьшения эмиссии электронов, возбужденных рентгеновскими лучами, от ионного коллектора.

(b) ионизационный вакуумметр с холодным катодом (cold-filament ionization gage)— ионы образуются при разряде холодной эмиссии, обычно в присутствии магнитного поля, которое увеличивает путь электронов между катодом и анодом. Выпускная труба представляет собой прозрачную трубку, в которой цвет и форма разряда при холодной эмиссии (без присутствия магнитного поля) указывает на давление и природу газа. Ионизационный вакуумметр Филипса – это ионизационный вакуумметр с холодным катодом, в котором магнитное поле прямо параллельно оси кольцевого электрода (обычно аноду), расположенного между двумя плоскими электродами, перпендикулярными оси. Различные модификации вакуумметра Пеннинга названы по именам из изобретателей, и некоторые виды называются магнетронными ионизационными вакуумметрами.

(c) radioactive ionization gage радиоизотопный ионизационный вакуумметр — ионы создаются излучением (обычно альфа-частицы), испускаемом источниками радиоактивности

isolation test — испытание отключения при испытании на герметичность. Метод определения наличия течи в системе, либо выполнении оценки ее величины путем наблюдения за скоростью повышения давления в вакуумной системе, когда система изолирована от насоса. См. также (rate of rise) *скорость роста.*

Krypton 85 — Криптон 85 – пробный газ, который применяется в испытаниях на герметичность, когда применяется радиоизотопный метод испытаний на герметичность

leak — течь – отверстие или полость в стенке корпуса, через которую жидкость или газ могут попадать с одной стороны стенки по другую под действием давления или перепада концентрации, существующих по обе стороны стенки, независимо от количества протекающей жидкости

leak artifact- искусственное средство индикации течи — устройство, которое применяется для введения газа с контролируемой скоростью в систему, обычно при 10^{-7} моль/с или менее

leak detector — течеискатель – устройство для выявления, определения местоположения, измерения течи или комбинации всех этих действий

leak testing — испытание на утечку -включает в себя процедуры выявления, определения местоположения, измерения течи или комбинации всех этих действий

leakage rate — скорость утечки -расход жидкости или газа через течь при данной температуре и указанном перепаде давления по обе стороны течи. Стандартные условия для газов составляют 25 °C и 100 кПа. Скорость утечки выражают в различных единицах, таких, как Па $м^3$ в секунду или Па л /с (см. Таблицу 3).

Low vacuum -Низкий вакуум — см. Таблицу 2

lusec — люсек устройство со скоростью потока, равной 0,133мПа • $м^3$/с

masking — защита- в испытаниях на утечку, установка оболочки на фрагмент объекта испытаний с целью предотвращении просачивания пробного газа сквозь течи, которые могут быть на покрытом участке.

mass number массовое число— целое число, ближайшее к атомной массе, выраженное либо в единицах атомной массы, либо как (химический атомный вес)

mass spectrometer (M.S.) — масс-спектрометр- прибор, который способен разделять ионизированные молекулы различной массы по отношению массы к заряду и замерять токи соответствующих ионов. Масс-спектрометр может применяться в качестве вакуумметра, который реагирует на выходной сигнал, который пропорционален парциальному давлению указанного газа, в качестве течеискателя, реагирующего на конкретный пробный газ

ТАБЛИЦА 3
ПЕРЕВОДНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА УТЕЧКУ

Чтобы перевести значение из	в	Умножьте значение из колонки 1 на
Скорость утечки:		
атм -$см^3$/с	Па-$м^3$/с	$1{,}10 \times 10^{-1}$
микрон-литры/с	Па-$м^3$/с	$1{,}33 \times 10^{-4}$
микрон-$фут^3$/ч	Па-$м^3$/с	$1{,}05 \times 10^{-4}$
паскаль • литры/с	Па-$м^3$/s	$1{,}00 \times 10^{-3}$
STD-$см^3$/с	Па-$м^3$/с	$1{,}01 \times 10^{-1}$
торр-литры/с	Па-$м^3$/с	$1{,}33 \times 10^{-1}$
Давление:		
Атмосфера (станд.)	Па	$1{,}01 \times 10^{5}$
бар	Па	$1{,}00 \times 10^{5}$
микрометров рт.ст	Па	$1{,}33 \times 10^{-1}$
микрон	Па	$1{,}33 \times 10^{-1}$
мм рт.ст.	Па	$1{,}33 \times 10^{2}$
Фунт-сила/$дюйм^2$	Па	$6{,}89 \times 10^{3}$
торр	Па	$1{,}33 \times 10^{2}$
Вязкость:		
сантипуаз	Па-с	$1{,}00 \times 10^{-3}$
пуаз	Па-с	$1{,}00 \times 10^{-1}$
Объем:		
$см^3$	$м^3$	$1{,}00 \times 10^{-4}$
$фут^3$	$м^3$	$2{,}83 \times 10^{-2}$
литр	$м^3$	$1{,}00 \times 10^{-3}$

Или в качестве аналитического прибора для определения процентного состава газовой смеси Разные типы отличаются по методу разделения ионов. Основные типы следующие:

(a) Dempster (M.S.) — масс-спектрометр Демпстера ионы сначала ускоряются в электрическом поле при прохождении сквозь щель, а потом отражаются магнитным полем обратно, чтобы пройти через вторую щель.

(b) Bainbridge-Jordan (M.S.) — масс-спектрограф Бейнбриджа-Джордана. Ионы разделяются при помощи радиального электростатического поля, а магнитное поле, отклоняющее ионы на 60 градусов, устроено так, чтобы рассеяние ионов в электрическом поле точно компенсировалось рассеянием в магнитном поле при заданной разности скоростей.

(c) Bleakney (M.S.) — масс- спектрограф Блекни. Ионы разделяются в пересекающихся электрическом и магнитном полях. Также называется масс-спектрографом пересекающихся полей.

(d) Nier (M.S.) — масс-спектрограф Нира. Разновидность масс-спектрографа Демпстера, в котором магнитное поле отклоняет ионы.

(e) Time of Flight (M.S.) — Времяпролетный масс-спектрограф. Газ ионизируется импульсно-модулированным электронным лучом, при этом каждая группа ионов получает ускорение в направлении приемника ионов. Ионы с различным отношением массы к заряду проходят траекторию за различное время.

(f) Radio-Frequency (M.S.) — *Радиочастотный* масс-спектрограф. Ионы с ускорением направляются в радиочастотный анализатор, в котором ионы с определенным отношением массы к заряду с ускорением проходят через отверстия в пластинах, последовательно установленных на расстоянии друг от друга разбежку в радиочастотном излучателе. Ионы выходят в электростатическое поле, которое позволяет достичь приемника только тем ионам, которые получили ускорение в анализаторе.

(g) Omegatron (M.S.) — Омегатрон – Ионы ускоряются по принципу циклотрона.

Течеискатель на основе масс-спектрометра (mass spectrometer leak detector) — масс-спектрометр, который настроен реагировать только на пробный газ

mass spectrum — масс- спектр- запись, график, таблица и т.д., в которых указано относительное количество ионов различной массы, которые образуются при обработке данного вещества в масс-спектрографе.

mean free path — с*редний свободный пробег – среднее расстояние, которое молекула проходит от одного столкновения с другой молекулой до другого*

medium vacuum — средний вакуум см. Таблицу 2

micrometre — микрометр –единица длины, равная одной миллионной доле метра

micron-микрон — термин для микрометра

micron of mercury — микрон ртутного столба- единица давления, равная давлению, создаваемому столбом ртути высотой один микрометр

millimetre of mercury — миллиметр ртутного столба- единица давления, равная давлению, создаваемому столбом ртути высотой один миллиметр при стандартном ускорении свободного падения. Иногда носит название торр.

minimal detectable leakage rate - минимальная скорость утечки, поддающаяся обнаружению — величина наименьшей интенсивности утечки, которая может быть однозначно обнаружена данным течеискателем при условиях, которые существуют во время испытания

molecular flow-молекулярный поток — поток газа через канал при таких условиях, когда средний свободный пробег превышает наибольший размер поперечного сечения канала

molecular leak — молекулярная течь – течь такой формы и размеров, что газ, проходящий через нее подчиняется Закону молекулярного потока (Закону Кнутсена). Поток пропорционален перепаду давлений с двух сторон и обратно пропорционален квадратному корню из молекулярного веса газа.

newton (N) — ньютон, Н – единица силы в системе СИ (кг-м/с^2)

noncondensable gas- неконденсирующийся газ— газ, температура которого выше его критической температуры, поэтому нельзя превратить его в жидкость только увеличением давления

occlusion — удержание – поглощение нерастворенного газа твердыми веществами при отвердевании

outgassing — дегазация – удаление газа из материала в вакууме.

outlet pressure — давление на выходе – см. *forepressure (выпускное давление)*

palladium barrier leak detector — течеискатель с барьерным слоем из палладия - течеискатель, в котором в качестве пробного газа применяется водород, где используется принцип диффузии водорода в безвоздушный вакуумный газоанализатор через барьерный слой из горячего палладия

partial pressure — парциальное давление- давление, создаваемое газом, либо им самим, либо в присутствии других газов. Если второго газа нет, то парциальное давление равно общему.

pascal (Pa) — паскаль (Па) –один паскаль приблизительно равен 1×10^{-5} атм, или, более точно, 1 Па = $0{,}98692 \times 10^{-5}$ атм

pascal cubic metres per second (Pa · m^3/s) паскаль кубический метр в секунду (Па—м^3/с) — предпочтительная единица измерения расхода газа в системе СИ. Один *(Па—м^3/с) приблизительно равен* 10 атм см^3/с или, более точно, 1 Па · м^3/с = 9,8692 атм·*см*^{3}/с.

Penning gage — вакуумметр Пеннинга- см. *ionization vacuum gage (ионизационный вакуумный манометр)*

perfect gas — совершенный газ – см. *ideal gas (идеальный газ)*

permeability coefficient —коэффициент проницаемости- установившаяся скорость потока газа через единицу площади и твердый барьерный слой на единицу перепада давления при данной температуре

Phillips ionization gage — ионизационный манометр Филипса – см. (*ionization vacuum gage) ионизационный вакуумный манометр*

Pirani gage _вакуумметр Пирани — смотри *thermal conductivity vacuum gage (термоэлектрический вакуумметр)*

Poiseuille flow — пуазейлевское течение – частный случай ламинарного вязкого потока через длинную трубу круглого сечения

pressure difference -перепад давления — в испытаниях на утечку, разность между давлениями на входе течи и давлением на выходе

*pressure dye test (испытание на герметичность цветным методом) — (I)*тип испытаний на утечку, при которых изделие или изделия, которые подлежат испытанию, заполняются цветной жидкостью или люминесцентным маслом, которые потом подвергаются воздействию давления, чтобы жидкость проникла в возможные каналы ,чтобы при наружном осмотре были видны места протеканий; *(2)* тип испытаний на утечку, при которых изделие или изделия, которые подлежат испытанию, погружают в цветную жидкость или люминесцентное масло, которое затем подвергается воздействию давления, чтобы жидкость приникла в возможные каналы, чтобы их наличие стало видимым при наружном осмотре, когда избыточная жидкость будет удалена с наружной поверхности.

pressure-evacuation test –испытания на герметичность вакуумированием— испытания на утечку, при которых одно или более устройств помещают в газовую среду под давлением на некоторый период времени, целью является накопление достаточного количества газа теми устройствами, которые могут дать течь, чтобы облегчить обнаружение при помощи течеискателя, который реагирует на данный газ, когда устройство помещают в систему вакуумирования, соединенную с течеискателем

pressure probe всасывающий щуп — см. *probe(щуп)*

pressure testing-испытание на герметичность — способ испытаний на утечку при котором компонент, подвергаемый испытаниям, полностью заполняется газом или жидкостью, в которой потом нагнетают давление. Снаружи компонент обследуется на предмет наличия любых течей.

probe -щуп — в испытаниях на утечку, трубка с отверстием на конце, используемая для направления или сбора потока пробного газа

probe gas-пробный газ — в испытаниях на утечку, определенный газ, который выходит из отверстия таким образом .чтобы попасть на ограниченный участок, подлежащий испытаниям

probe test -зондовое испытание— испытания на утечку, когда пробный газ подводится при помощи щупа таким, образом, чтобы область, покрытая пробным газом, была ограничена. Это позволяет выявить отдельные течи.

proportioning probe — в испытаниях на утечку, щуп, который может менять соотношение пробы и чистого воздуха от 100% пробы до 100% чистого воздуха без существенных изменений общего расхода щупа

pump-down time время откачки — время вакуумирования

pump-out tabulation-откачивающий штенгель — трубка, идущая от дегазифицируемого устройства, через которую откачивается газ и которую обычно заглушают после того, как из устройства газ выкачан. Иногда ее называют отсасывающим штенгелем.

radioisotope leak test system- система испытаний на утечку радиоактивных изотопов — система испытаний на утечку с использованием радиоактивного пробного газа и детектора для измерения излучения пробного газа

rate of rise скорость роста— в испытаниях на утечку, скорость роста давления за данное время в вакуумной системе, которая неожиданно отключается от насоса посредством клапана. Объем и температура системы удерживаются постоянными во время замера скорости роста. См. *isolation test (испытание отключением)*.

resistance (to flow) сопротивление (потоку) — величина, обратная проводимости

response factor — коэффициент реакции в испытаниях на утечку, выходной сигнал галогенного течеискателя 0,3 МПа · $м^3$/с с хладагентом 12 (дихлор-дифторметан, CCl_2F_2) или менее, поделенный на выходной сигнал от такого же количества другого галогенного испытательного газа. Таким образом, фактическая скорость утечки через рассматриваемую течь будет равна произведению показания индикатора на коэффициент реакции. Реакция смеси пробного и негалогенного газов будет равна коэффициенту реакции пробного газа, поделенному на долю пробного газа в испытательном газе.

response time -время реакции — время, необходимое течеискателю или системе поиска течи для выдачи сигнала, равного на выходе 63% максимального сигнала, который достигается когда пробный газ применяется непрерывно к системе, подвергнутой испытаниям. Также имеет название реакция.

roughing -предварительная откачка— в испытаниях на утечку, первоначальная откачка газа из вакуумной системы

roughing line -линия предварительной откачки— в испытаниях на утечку, трубопровод, идущий от механического насоса к вакуумной камере, через который производится предварительная откачка в диапазоне низкого вакуума

roughing pump - насос предварительной откачки — в испытаниях на утечку, вакуумный насос, используемый для первичной откачки газа в вакуумной системе

sampling probe — пробоотборник- в испытаниях на утечку, устройство, которое применяется для сбора пробного газа из области испытываемого объекта и подачи его в течеискатель при сниженном давлении, которое требуется. Также называется засасывающим щупом.

scattering рассеивание— в испытаниях на утечку, дисперсия или диффузия в различных направлениях вследствие столкновений молекул или ионов применительно к влиянию остаточного газа в трубке масс-спектрометра или ионного луча, проходящего по трубке

search-gas-поисковый газ — то же самое, что пробный газ

sensitivity –чувствительность — для течеискателя, реакция датчика на утечку пробного газа, то есть, делений шкалы на единицу скорости утечки)

sensitivity of leak test-чувствительность испытаний на утечку — наименьшая скорость утечки, которую измерительный прибор, метод или система способна выявить при указанных условиях. См. *минимальная скорость утечки, поддающаяся обнаружению.*

sniffing probe-всасывающий щуп — то же самое, что и пробоотборник

Sorption — сорбция-поглощение газа при адсорбции, абсорбции, хемосорбции, или этими процессами в любых сочетаниях

spark coil leak detector -искровой течеискатель с индуктором — высокочастотная разрядная катушка Тесла, которая выявляется поры в стеклянных вакуумных системах при проскакивании искры между сердечником катушки и порой.

spectrometer tube-труба спектрометра — чувствительный элемент течеискателя с масс-спектрометром

spray probe-струйный щуп — в испытаниях на утечку- устройство для направления небольшой струи пробного газа на объект, подвергаемый испытаниям в вакууме

squealer -звуковой сигнализатор— тоже самое, что звуковой течеискатель

standard leak — стандартная течь- устройство, которое позволяет пробному газу проникнуть в течеискатель или систему испытаний на утечку с известной скоростью для облегчения калибровки течеискателя

standard leakage rate — скорость потока атмосферного воздуха при условиях: давление на входе 0,1 МПа ±5%; давление на выходе менее 1 кПа; температура 25°C ±5°C; и точка росы менее -25°C.

thermal conductivity vacuum gage- термовакуумметр — вакуумметр, содержащий две поверхности при различных температурах, между которыми теплота может переноситься молекулами газа таким образом, что изменение температуры (или тепловой мощности, необходимой для поддержания постоянной температуры) одной из поверхностей может быть связана с давлением газа. Различные типы термовакуумметров различаются по методу указания изменения температуры. Общеупотребительные типы указаны ниже:

(a) Вакуумметр Пирани. Увеличение давления от нулевого значения вызывает снижение температуры нити накала из материала, имеющего высокий температурный коэффициент сопротивления, таким образом, сбивая настройку мостика Уитстона (или контур настраивают таким образом, чтобы обеспечить температурную константу нити).

(b) Thermocouple Gage -термоэлектрический манометр. Уменьшение температуры нити нагрева с ростом давления определяется по уменьшению ЭДС в цепи термоэлектрического манометра, имеющего узел в точке термического контакта в центре нити нагрева.

(c) Thermistor Gage. – термисторный манометр-Вид вакуумметра Пирани, в котором термистор используется в качестве нагреваемого элемента.

(d) Bimetallic Strip Gage - манометр с биметаллической полоской . Отклонение биметаллической полоски с изменением температуры указывает на изменение давления.

thermocouple gage — термоэлектрический манометр см. *thermal conductivity vacuum gage* термовакуумметр

throttling — дросселирование- в испытаниях на утечку, уменьшение скорости насосной системы путем частичного перекрытия клапана или установкой секции трубопровода с меньшей пропускной способностью

throughput — пропускная способность- то же самое, что *flow rate (1 расход).*

tight — герметичный - в испытаниях на утечку, не имеющий течи в соответствии с данными техническими требованиями

torr -торр— единица давления, равная l/760 части атмосферы

tracer gas — пробный газ- газ, который проходя через течь, может затем быть выявлен специальным течеискателем и, таким образом, указать на наличие течи. Также называется поисковым газом.

tracer probe leak location испытания на утечку, когда пробный газ подводится при помощи щупа — то же самое, что *probe test - зондовое испытание* .

transition flow –неустановившийся поток— в испытаниях на утечку, поток газа в условиях, промежуточных между ламинарным вязким потоком и молекулярным потоком

ultra-high vacuum сверхвысокий вакуум — см. Таблицу 2

ultrasonic leak detector ультразвуковой течеискатель— прибор, который определяет ультразвуковую энергию, производимую при молекулярной турбулентности, которая возникает при переходе от ламинарного к турбулентному потоку газа при прохождении через отверстие и который преобразует эту энергию в различимый сигнал.

vacuum — вакуум – в вакуумной технологии, данный объем, заполненный газом под давлением ниже атмосферного (см. Таблицу 2)

vacuum testing — испытание в вакууме (1) метод испытаний на утечку, при котором из испытываемого объекта откачивают воздух, а к наружной поверхности объекта подводится пробный газ; (2) процедура испытания на утечку, при которой из испытываемой оболочки откачивается воздух, к наружной поверхности оболочки подается пробный газ, а газ выявляется после попадания внутрь оболочки.

vapor pressure — давление пара- давление, которое производят пары твердого тела или жидкости при равновесии с твердым телом или жидкостью

very high vacuum — очень высокий вакуум Таблица 2

virtual leak — подобие течи *(1)* видимость течи в вакуумной системе, вызванная медленным выходом пробного газа. *(2)* во время испытания на скорость увеличения, видимость течи в вакуумной системе , вызванная медленным выходом газа или газов, поглощенных или окклюдированных на поверхности или в порах всех материалов вакуумной системы, которые до откачки воздуха были под воздействием атмосферного давления .

viscous flow — вязкий поток – поток газа через канал, при условиях, когда средний свободный пробег очень мал по сравнению с наименьшим размером поперечного сечения канала. Этот поток может быть либо ламинарным, либо турбулентным.

viscous leak — вязкая течь – течь с такими размерами и формой, что поток газа через нее по природе является вязким; то есть, поток подчиняется Закону Пуазейля. Расход пропорционален разности квадратов конечных давлений и обратно пропорционален вязкости газа.

9. ДЕФЕКТОСКОПИЯ ПРОНИКАЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

angstrom unit (Å) ангстрем— единица длины ,которая может быть использована для выражения длины волны электромагнитного излучения, т.е. света. Один ангстрем равен 0,1 нанометра (1 нм = 10^{-9} м.)

background — фон - поверхность испытываемой детали по отношению к которой видны индикации. Он может быть природной поверхностью испытываемой детали или слоем проявителя на поверхности.

black light — черный свет- электромагнитное излучение с длиной волны в ближней ультрафиолетовой области спектра. (330-390 нм) (3300-3900 Å)

black light filter — фильтр черного света – фильтр, который пропускает излучение из ближней ультрафиолетовой области спектра, задерживая излучение с другой длиной волны

bleedout — вытекание - действие захваченной проникающей жидкости при выходе на поверхность для формирования индикаторных следов

blotting — действие проявителя при впитывании проникающей жидкости из дефекта для ускорения вытекания

carrier —носитель -жидкость, на водной или неводной основе, в которой растворяются или находятся в виде суспензии материалы, которые используют при исследовании

clean — чистый- не имеющий загрязнений

contaminant — загрязнение –любая инородная субстанция, находящаяся на проверяемой поверхности или в проверяемых материалах, которые могут отрицательно повлиять на эксплуатационные характеристики проникающих жидкостей

contrast — контраст- видимая разница (яркость или цветность) между индикацией и фоном

detergent remover — моющий растворитель средство для удаления проникающей жидкости, которое является водным раствором моющего средства

developer — проявитель – материал, который наносится на испытываемую поверхность ,чтобы ускорить вытекание и улучшить контрастность индикации

developer, aqueous, проявитель, водный — а суспензия из частиц проявителя в воде

developer, dry powder , проявитель, порошковый — мелкий сыпучий порошок, поставляемый в готовом виде

developer, liquid film проявитель, пленка жидкости— суспензия из частиц проявителя в связующем, которая после высыхания образует пленку смолы/полимера на испытываемой поверхности

developer, nonaqueous проявитель, неводный — частицы проявителя, находящиеся в виде взвеси в неводном носителе до нанесения

developer, soluble — проявитель, полностью растворимый в носителе, не суспензия из порошка в жидкости, которая высыхая, образует поглощающее покрытие

developing time — время проявления – астрономическое время между нанесением проявителя и исследованием детали

dragout- унос— выброс или потеря материалов проникающей жидкости в результате их налипания на испытательный образец

drain time — время стекания – та часть времени выдержки, в течение которой избыточная проникающая жидкость или эмульгатор стекают с детали

drying oven — сушильная печь, которая используется для увеличения скорости испарения промывочной воды или водорастворимого проявителя с испытываемой детали

drying time — время сушки –время, необходимое для очистки, сушки или высыхания детали, смоченной проявителем.

dwell time — время выдержки, общее время, в течение которого проникающая жидкость или эмульгатор находится в контакте с испытываемой поверхностью, включая время, необходимое для нанесения и стекания

electrostatic spraying -электростатическое распыление— технология нанесения однородного покрытия при котором распыляемому материалу придается электрический заряд

eluant — элюант- жидкость, которая используется для извлечения одного материала из другого, как в хроматографии

emulsification time — время, в течение которого эмульгатору разрешается находиться на детали, чтобы он объединился с поверхностной проникающей жидкостью до удаления. Также называется emulsification dwell time – время выдержки эмульгатора.

emulsifier — эмульгатор – жидкость, которая при взаимодействии с маслосодержащими веществами делает их вымываемыми водой

emulsifier, hydrophilic — эмульгатор, гидрофильный – жидкость на водной основе, которая применяется при испытаниях проникающей жидкостью, которая при взаимодействии с проникающим маслом, способствует его вымыванию водой

emulsifier, lipophilic — эмульгатор, липофильный- жидкость на масляной основе, которая используется при испытаниях проникающей жидкостью и при взаимодействии с проникающим маслом, способствует его вымыванию водой

etching — травление- удаление части материала с поверхности химическими или электрохимическими методами

family -семейство— полный ряд приникающих материалов, которые необходимы для осуществления испытаний проникающей жидкостью

fluorescence — люминесценция – испускание веществом видимого излучения в результате и только во время абсорбции излучения черного света

footcandle (fc)-фут кандела — освещенность на поверхности площадью 1 кв. фут, по которой равномерно распределен поток в 1 лм (люмен), равно 10,8 лм/м^2.

hydrophilic emulsifier –гидрофильный эмульгатор -см— emulsifier-эмульгатор

immersion rinse — промывка погружением – способ удаления проникающей жидкости с поверхности, когда испытываемая деталь погружается в емкость с водой или растворителем

immersion rinse –промывка погружением— способ удаления избыточной проникающей жидкости, когда испытываемая деталь погружается в емкость с водой или растворителем при постоянном перемешивании

inspection- инспекция— визуальный осмотр испытываемой детали после окончания всех этапов испытаний проникающей жидкостью

lipophilic emulsifier-липофильный эмульгатор — см. *emulsifier lipophilic* эмульгатор липофильный

liquid penetrant examination-испытание проникающей жидкостью — неразрушающее испытание, при котом используются специальные жидкости, которые проникают в дефекты, выходящие на поверхность твердых материалов и, после соответствующей обработки, указывают на наличие дефекта

избыточная эмульгация — избыточное время выдержки эмульгатора, которое приводит к удалению проникающей жидкости из некоторых дефектов

overwashing -избыточная промывка— слишком длительная или слишком сильная промывка или и то и другое, что ведет к удалению проникающей жидкости из некоторых дефектов

penetrant-проникающая жидкость — раствор или суспензия красителя

penetrant comparator –компаратор проникающей жидкости— образец с искусственным дефектом, имеющий отдельные, но находящиеся рядом участки для нанесения различных проникающих жидкостей, чтобы выполнить непосредственное сравнение их относительной эффективности

ЗАМЕЧАНИЕ 22 — Он также может быть применен для оценки технологии проведения испытаний проникающей жидкостью, системы для проведения испытаний проникающей жидкостью или условий проведения испытаний проникающей жидкостью.

penetrant, fluorescent — -проникающая жидкость, люминесцентная – проникающая жидкость, которая испускает видимое излучение под воздействием черного света

penetrant, post emulsifiable –эмульгирующаяся в последствии проникающая жидкость — проникающая жидкость, которая требует нанесения специального эмульгатора, способствующего смыванию водой избыточной проникающей жидкости

penetrant, solvent-removable проникающая жидкость, удаляемая растворителем— проникающая жидкость, которая имеет такую формулу, что большинство избыточной жидкости можно удалить материалом без ворса, а оставшиеся на поверхности следы проникающей жидкости могут быть удалены материалом без ворса, слегка смоченным в растворителе

penetrant, visible- проникающая жидкость, видимая — проникающая жидкость, которая имеет яркий цвет, обычно красный

penetrant, water-washable -проникающая жидкость, смываемая водой — проникающая жидкость, имеющая в составе эмульгатор

penetration time-время проникновения — то же самое, что *dwell time-время выдержки*

pooling -лужи— избыточное количество проникающей жидкости, эмульгатора или растворителя на недостаточно осушенном участке

post-cleaning -очистка после испытания— удаление проникающей жидкости, оставшейся на испытываемой детали после окончания испытаний проникающей жидкостью

post emulsification -эмульгация после испытания — техника удаления проникающей жидкости с применением отдельного эмульгатора

precleaning — предварительная очистка- удаление загрязнений с поверхности испытываемой детали, чтобы они не мешали проведению испытаний

rinse -промывка— процесс удаления материалов, применяемых при испытаниях проникающей жидкостью с поверхности испытываемой детали при помощи смывания или полоскания в другой жидкости, обычно в воде. Процесс также носит название мытье.

solvent remover-растворитель — летучая проникающая жидкость, которая используется для удаления избытка проникающей жидкости с испытываемой поверхности

temperature envelope –температурные пределы— диапазон температур, при которых проводятся испытания конкретной проникающей жидкостью

viscosity-вязкость- — свойство жидкости противостоять сдвиговому течению

visible light –видимый свет— электромагнитное излучение с длиной волны 400-700 (4000-7000 Å)

visual adaptation- зрительная адаптация— привыкание глаза к темноте после яркого света

wash-мытье — то же, что *rinse-промывка*

water tolerance –допустимое содержание воды— количество воды, которое проникающая жидкость или эмульгатор могут поглотить без снижения эксплуатационных характеристик

wetting action-смачивание — способность жидкости распределяться по поверхности и прилипать к твердой поверхности

10 МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

ammeter shunt-шунт амперметра — измерительный резистор с низким сопротивлением, способный пропускать большие токи, соединенный в параллель с амперметром

ampere turns –ампер - витки— произведение количества витков в катушке на ток в амперах, идущий по этой катушке

arc strikes-прожоги от электрода — местные обгорелые повреждения детали от воздействия дуги вследствие подачи или отключения питания в электрическую схему

background -фон— в магнитопорошковой дефектоскопии, внешний вид поверхности испытываемой детали, по контрасту с которой видны индикации

bath ванна — см. *suspension-суспензия*

bipolar field- биполярное поле— см. f*ield, bipolar -поле, биполярное*

black light-черный свет — электромагнитное излучение с длиной волны в ближней ультрафиолетовой области спектра (330 - 390 нм) (3300 - 3900 Å)

black light filter- фильтр черного света— фильтр, которые пропускает излучение в ближней ультрафиолетовой области спектра и поглощает излучение с другой длиной волны

carrier fluid-жидкость-носитель — жидкость в которой люминесцентные и нелюминесцентные магнитные частицы находятся во взвешенном состоянии, что облегчает их нанесение

central conductor — проводник, проходящий сквозь полость и используемый для создания кругового намагничивания внутри детали

circular field-круговое поле—см. *field, circular-поле круговое*

circular magnetization –круговое намагничивание— намагничивание детали, которое возникает в результате прохождении тока непосредственно через деталь или через центральный проводник

coercive force –коэрцитивная сила— сила намагничивания при которой плотность магнитного потока равна нулю. Соответствующее значение напряженности поля указывает на простоту или сложность размагничивания.

coil method -метод катушки— метод намагничивания, при котором деталь целиком или частично помещается внутрь катушки, по которой идет ток

coil technique технология катушки — технология намагничивания, при которой деталь целиком или частично помещается внутрь катушки, по которой идет ток

conditioning agent-модификатор — добавка к водной суспензии, которая придает конкретные свойства, такие, как улучшенное смачивание, дисперсия частиц или коррозионная стойкость

contact head -контактная головка— электродный узел, который используется для крепления и установки детали в целях обеспечения прохождения тока через деталь для кругового намагничивания

contact pad -контактная площадка— заменяемая металлическая площадка, обычно из медной оплетки, помещаемая на электроды для обеспечения хорошего электрического контакта, и, таким образом, предотвращающая повреждения, такие, как прожоги электродом испытываемой детали

continuous method непрерывный метод— в отношении магнитопорошковой дефектоскопии: метод, при котором выявляющая среда наносится в присутствии намагничивающей силы.

core (of an electromagnetic inspection circuit) сердечник (электромагнитного проверяющего контура) — часть магнитного контура, который находится внутри обмотки

Curie point -точка Кюри — температура при которой ферромагнитный материал более не может намагничиваться под действием внешних сил и при которой они теряют свою остаточную намагниченность [приблизительно от 1200 до 1600°F (от 649 до 871°C) для многих металлов]

current flow method -метод пропускания тока — метод намагничивания путем пропускания тока через деталь посредством щупов или контактных головок. Ток может быть переменным, выпрямленным переменным или постоянным.

current induction method –метод наведения тока -— способ намагничивания, при котором круговой ток наводится в кольцевой детали под воздействием меняющегося магнитного поля, которое охватывает деталь

dark adaptation –адаптация к темноте — привыкание глаза к темноте после яркого света

demagnetization –размагничивание — снижение остаточной намагниченности до приемлемого уровня

diffuse indications -рассеянные индикации— индикации, которые выявлены нечетко, как например, индикации при приповерхностных дефектах

direct contact magnetization намагничивание при прямом контакте— техника намагничивания, когда ток проходит через деталь при помощи щупов или контактных головок

dry method -сухой метод – магнитопорошковая дефектоскопия при которой применяются частицы ферромагнитных материалов в виде сухого порошка

dry powder –сухой порошок— мелкие отдельные ферромагнитные частицы, надлежащим образом выбранные и подготовленные для магнитопорошковой дефектоскопии

dry techniqueсухая -техника — магнитопорошковая дефектоскопия, при которой ферромагнитные частицы наносятся в виде сухого порошка

electromagnet -электромагнит— железный сердечник, обмотанный проволокой, который временно становится магнитом, когда по проволоке идет электрический ток

energizing cycle-цикл возбуждения –приложение намагничивающей силы к проводнику

examination medium — проверочная среда –порошок или суспензия с магнитными частицами, которая наносится на намагниченную испытываемую поверхность для выявления наличия или отсутствия дефектов, находящихся на поверхности или на небольшой глубине

ferromagnetic — ферромагнитный- термин, применимый к материалам, которые могут быть намагничены или сильно притягиваются магнитным полем.

field, bipolar -поле, двуполярное — продольное магнитное поле в детали, которое имеет два полюса

field, circular magnetic - поле магнитное круговое — в общем случае, магнитное поле, окружающее любой электрический проводник или деталь, по которой из конца в конец идет электрический ток

field, longitudinal magnetic поле магнитное продольное — магнитное поле в котором силовые линии проходят через компонент в направлении, практически параллельном его продольной оси

field, magnetic — поле, магнитное – пространство в пределах и окружающее намагниченный предмет или проводник, по которому идет электрический ток, в котором вызвана напряженность магнитного поля

field, magnetic leakage -магнитное поле рассеяния— магнитное поле, которое покидает или попадает на поверхность детали при наличии дефекта или изменении конфигурации магнитного контура сечения

field, residual magnetic — поле, остаточное магнитное – поле, которое остается в куске намагниченного материала после прекращения воздействия намагничивающей силы

field, resultant magnetic -поле, результирующее магнитное— (иногда называется вектором): магнитное поле, которое является результатом сложения двух магнитных сил, действующих на одон и том же участке намагничиваемого предмета

field strength — напряженность поля, см *magnetic field strength- напряженность магнитного поля*

fill factor — коэффициент заполнения – при магнитопорошковой дефектоскопии, соотношение площади поперечного сечения испытываемой детали в площади поперечного сечения охватывающей катушки

flash magnetization -мгновенное намагничивание— намагничивание кратковременными импульсами тока

flashpoint— точка воспламенения - самая низкая температура, при которой пары над летучим горючим веществом воспламеняются на воздухе при воздействии открытого огня

fluorescence — люминесценция – испускание веществом видимого излучения под действием излучения черного света и только во время его действия

fluorescent examination method — метод люминесцентной дефектоскопии – метод магнитопорошковой дефектоскопии, в котором используется тонко диспергированная люминесцентная ферромагнитная проверочная среда

fluorescent magnetic particle inspection люминесцентная магнитопорошковая дефектоскопия — процесс магнитопорошковой дефектоскопии, в котором применяется тонко диспергированная люминесцентная ферромагнитная проверочная среда, которая светится при облучении черным светом [от 3200 до 4000 Å (от 320 до 400 нм)]

flux density, magnetic плотность потока, магнитного— напряженность магнитного поля, выраженная в силовых линиях на единицу площади

flux leakage field — поле рассеяния магнитного потока – магнитное поле, которое пропадает или возникает на поверхности детали в результате дефекта или изменения сечения

flux lines-линии магнитной индукции — см. *lines of force*-силовые линии

flux penetration —проникновение магнитного потока – глубина, на которую магнитный поток проникает внутрь детали

full-wave direct current (FWDC) двухполупериодный постоянный ток — выпрямленный трехфазный переменный ток

furring — ощетинивание -скопление и постановка магнитных частиц вертикально вследствие избыточного намагничивания компонента при исследовании, ведущее к возникновению «ощетинивания»

gaussmeter, n гауссметр— устройство, которое измеряет плотность магнитного потока или магнитную индукцию (величина, непосредственная связанная с напряженностью магнитного поля или магнитной силы); известное также как измеритель магнитной индукции или магнитометр

гауссметр (электронный), n — гауссметр, в котором для измерения плотности магнитного потока используется датчик с эффектом Холла

half-wave current (HW) однополупериодный ток— выпрямленный однофазный переменный ток, который создает пульсирующее однополярное поле

hall effect — эффект Холла – явление, при котором поперечное электрическое поле образуется в проводнике, по которому идет электрический ток, помещенному в магнитное поле

hysteresis — гистерезис *(1)* задерживание магнитного эффекта при изменении магнитной силы, действующей на ферромагнитный предмет *(2* явление, наблюдаемое в магнитной системе, когда на ее состояние влияет ее предшествующая история

indirect magnetization- косвенное намагничивание— намагничивание, вызванное в детали при отсутствии непосредственного электрического контакта

induced current method –метод наведенного тока — см. Метод наведения -*current induction method*

induced field-наведенное поле — см. *indirect magnetization*-косвенное намагничивание

inherent fluorescence –собственная люминесценция— люминесценция, которая является собственным свойством материала

inspection medium- исследовательская среда - — См. *examination medium- проверочная среда*

leakage field — поле рассеяния-см. *field, magnetic leakage*-магнитное поле рассеивания

leeches -присоски— постоянные магниты или электромагниты, которые присоединены к электродам, по которым идет намагничивающий электрический ток и имеют достаточную прочность, чтобы обеспечивать надежный контакт с электродом

light intensity-сила света — световая энергия, достигающая единицы площади за единицу времени

lines of force –силовые линии— схематическое изображение магнитного потока, основанное на узоре из линий, которые образуются на бумаге, лежащей на постоянном магните, по которой рассыпаны железные опилки

local magnetization -местное намагничивание — намагничивание указанного объема или поверхности детали

longitudinal magnetization продольное намагничивание— магнитное поле, в котором силовые линии пересекают деталь в направлении, практически параллельном продольной оси

magnet, permanent магнит, постоянный— см. *permanent magnet- постоянный магнит*

magnetic field — магнитное поле- объем внутри и вокруг либо намагниченной детали, либо проводника ,по которому идет электрический ток к которому приложена магнитная сила

magnetic field indicator-индикатор магнитного поля — карманный измерительный прибор, который применяется для локализации или определения относительной интенсивности поля течи, которое исходит от детали

magnetic field meter- прибор для измерения магнитного поля — прибор для измерения плотности магнитного поля

magnetic field strength-напряженность магнитного поля — измеренная энергия магнитного поля в точке, выраженная в эрстедах или амперах на метр

magnetic hysteresis -магнитный гистерезис — в магнитном материале, таком, как железо, запаздывание значений результирующего намагничивания после изменения магнитной силы. (См. также *hysteresis-гистерезис.)*

magnetic particle examination- магнитопорошковая дефектоскопия — метод неразрушающего контроля, в котором используется магнитные поля течи и соответствующий индикаторный материал для выявления поверхностных или приповерхностных индикаторных следов дефектов

magnetic particle examination flaw indications- индикаторные следы при магнитопорошковой дефектоскопии — скопление ферромагнитных частиц вдоль участков, содержащих трещины или дефекты вследствие искажения силовых линий на этих участках

magnetic particle field indicator- индикатор магнитного поля частиц —измерительный прибор, обычно биметаллический (например, углеродистая сталь и медь) восьмигранный диск, содержащий искусственные дефекты, который применяется для проверки величины или направления магнитного поля или того и другого

magnetic particles -магнитные частицы — тонко измельченный магнитный материал, который может намагничиваться по отдельности и собираться в местах искажения магнитного поля

magnetic pole — магнитный полюс- один или два участка рассеивания магнитного потока на детали

magnetic writing — форма нетипичной индикации, возникающей иногда при соприкосновении поверхности намагниченной детали с другим куском ферромагнитного материала

magnetization, circular-намагничивание круговое — см. *field, circular –поле магнитное круговое*

magnetization, longitudinal –намагничивание продольное— см. *field, longitudinal-продольное поле*

magnetizing current –ток намагничивания — переменный или постоянный ток, который применяется для намагничивания проверяемой детали

magnetizing force –намагничивающая сила — магнитное поле, налагаемое на ферромагнитный материал с целью намагничивания

multidirectional magnetization -разнонаправленное намагничивание— попеременное наложение магнитных полей в различных направлениях в течение одного и того же временного промежутка

near surface discontinuity –приповерхностный дефект— дефект , не выходящий на поверхность, но расположенный рядом с поверхностью детали, которая проходит исследование, в результате которого образуются широкие, расплывчатые, легко удерживаемые узоры из

overall magnetization-полное намагничивание — намагничивание детали целиком за один цикл возбуждения

permanent magnet –постоянный магнит— магнит, который имеет высокую степень намагничивания, которая практически не изменяется в течение длительного времени (характеристика материалов с высоким остаточным магнетизмом)

permeability -магнитная проницаемость— отношение интенсивности потока к намагничивающей силе (легкость, с которой материал может быть намагничен)

pole-полюс — участок намагниченной детали, с которого магнитное поле уходит или возвращается на деталь

polymer technique-метод полимера — метод исследования, при котором в качестве суспензии для нанесения частиц используется полимер

powder порошок- — см. *dry powder-сухой порошок*

powder blower –воздуходувка для порошка— устройство сжатого воздуха, которое используется для нанесения магнитного порошка на поверхность детали, которая проходит исследование

prods щупы — электроды, удерживаемые в руке

quick break –мгновенное размыкание— внезапное прерывание намагничивающего тока

residual magnetic field -остаточное магнитное поле— поле, которое остается в ферромагнитном материале после снятия намагничивающей силы

residual technique –остаточный метод— нанесение магнитных частиц после прекращения действия намагничивающей силы

resultant field — См. результирующее поле

retentivity остаточная намагниченность- — способность материала удерживать часть приложенного магнитного поля после его отключения

saturation, magnetic –насыщение, магнитное— общее намагничивание, создаваемое в ферромагнитном материале в момент наступления которого импульсная магнитная проницаемость последовательно снижается до начального единичного значения

sensitivity чувствительность— степень способности метода магнитопорошковой дефектоскопии выявляться поверхностные или приповерхностные дефекты в ферромагнитных материалах

shot —импульс- короткий цикл возбуждения при магнитопорошковой дефектоскопии

skin effect- скин-эффект— явление, которое вызывает концентрацию намагничивания, наведенного переменным током, около поверхности ферромагнитной детали

solenoid — катушка индуктивности -электрический проводник, намотанный в виде катушки

subsurface discontinuity –приповерхностный дефект— любой дефект, который не выходит на поверхность детали, в которой он существует

surge magnetization —ударное намагничивание- кратковременное (менее одной секунды) использование высокого начального тока, затем непрерывное воздействие пониженного тока во время нанесения проверочной среды

suspension -суспензия— двухфазная система, состоящая из мелких частиц, распределенных в жидкости

swinging field-качающееся поле — см. *multidirectional magnetization - разнонаправленное намагничивание*

test piece- образец для испытаний— образец, содержащий известные искусственные или естественные дефекты, используемый для проверки эффективности метода магнитопорошковой дефектоскопии

test ring- кольцевой образец для испытаний — а кольцеобразный образец, содержащий искусственные приповерхностные дефекты, который используется для оценки и сравнения общей рабочей характеристики и чувствительности методов магнитопорошковой дефектоскопии

through-coil technique метод прохождения сквозь катушку-см.— coil technique -метод катушки

true continuous technique-истинный непрерывный метод — магнитопорошковая дефектоскопия, при которой намагничивающий ток подается до нанесения магнитных частиц и поддерживается без прерывно во время всей проверки

vehicle носитель — жидкая среда для изготовления взвеси с магнитными частицами

visible light –видимый свет— лучистая энергия, которая выделяется при длине волны в диапазоне от 400 до 700 нм (от 4000 до 7000 Å)

water break test- испытание воды на разделение — испытание по контролю качества обработанной воды

wet slurry technique- влажный гелиевый метод— магнитопорошковая дефектоскопия, когда магнитные частицы находятся во взвешенном состоянии в носителе с высокой вяз костью

wet technique-влажный метод — способ проверки магнитные частицы находятся во взвешенном состоянии в жидком носителе

white light - белый свет — см. *visible light-видимый свет*

yoke-ярмо — магнит, который индуцирует магнитное поле в той части детали, которая находится между его полюсами. Ярмо может быть постоянным магнитом или электромагнитом постоянного или переменного тока

yoke magnetization-намагничивание при помощи ярма — продольное магнитное поле, наведенное в детали или в отдельной ее части путем наведения внешнего электромагнита в форме ярма

11. НЕЙТРОНОГРАФИЯ

activation — активация создания искусственной радиоактивности в веществе путем бомбардировки его нейтронами или другими частицами

attenuation coefficient –коэффициент затухания— коэффициент, связанный со скоростью изменения интенсивности пучка излучения при его прохождении сквозь предмет. См. *линейный и массовый коэффициент затухания.*

attenuation cross section сечение затухания — вероятность, выраженная в барнах, того что нейтрон будет полностью поглощен ядром атома

barn -барн— единица площади, используемая для выражения площади поперечного сечения ядра атома: 1 барн = 10^{-24} $см^2$.

Кадмиевое отношение— отношение скорости нейтронной реакции, измеренной данным детектором нейтронов без покрытия к скорости реакции, измеренной аналогичным детектором нейтронов, закрытым специальным кадмиевым покрытием и подвергнутый воздействию того же самого нейтронного поля в одном и том же или аналогичном месте пространства

ЗАМЕЧАНИЕ 23 — На практике значащие экспериментальные результаты могут быть получены в изотропном нейтронном поле с использованием кадмиевого фильтра толщиной приблизительно 1 мм.

cassette -кассета—светонепроницаемое устройство для удерживания пленки или преобразующих экранов и пленки в тесном контакте во время облучения

contrast agent-контрастное вещество — материал, добавляемый к компоненту для улучшения качества изображения путем частичного поглощения падающего излучения

conversion screen -преобразующий экран— устройство, которое преобразует отображенный нейтронный пучок в излучение или свет, который воздействует на рентгеновскую пленку

cross section-поперечное сечение — видимая площадь поперечного сечения ядра, рассчитанная на основании вероятности возникновения ядерной реакции при столкновении с частицей. Она не обязательно совпадает с геометрической площадью поперечного сечения πr^2. Она дается в единицах площади, 1 барн = 10^{-24} $см^2$.

direct exposure imaging -изображение, полученное при прямом облучении — в методе получения изображения при прямом облучении, преобразующий экран и устройство записи изображения одновременно подвергаются воздействию нейтронного пучка

electron volt –электрон-вольт—кинетическая энергия, придаваемая электрону при проходе через разность потенциалов в 1В

facility scattered neutrons-нейтроны, рассеянные в установке — нейтроны, рассеянные в установке, которые способствуют облучению пленки

y— эффективное содержание гамма - частиц, у – процентное фоновое затемнение пленки, вызванное фотонным излучением малой энергии, поглощенным при создании электронно-позитронных пар в свинцовом листе толщиной 2 мм

gamma ray- гамма-луч— электромагнитное излучение, происходящее из атомного ядра

half-life — период полураспада- время, которое необходимо для того, чтобы распалась половина из данного количества радиоактивных атомов

half-value layer -слой полуослабления— толщина поглощающего материала, которая необходима, чтобы уменьшить интенсивность падающего излучения на половину ее первоначального значения

image quality indicator-индикатор качества изображения — устройство или комбинация устройств, изображение которого или которых на нейтронной рентгенограмме, дает визуальные или количественные характеристики или и те и другие, рентгенографической чувствительности конкретной нейтронной рентгенограммы

indirect exposure – косвенное облучение — метод, при котором воздействию нейтронного пучка подвергается только преобразующий экран, нечувствительный к гамма-излучению. После облучения создают контакт преобразующего экрана и устройства записи изображения.

L/D ratio –отношение L/D — мера разрешающей способности нейтронной рентгеновской системы. Это отношение расстояния между входной апертурой и плоскостью изображения (L) к диаметру входной апертуры (D).

linear attenuation coefficient линейный коэффициент затухания — мера частичного снижения интенсивности пучка излучения на единицу расстояния, пройденного в материале ($см^{-1}$)

low-energy photon radiation- фотонное излучение малой энергии — гамма- и рентгеновское фотонное излучение с энергией менее 200 кэВ (включая видимый и ультрафиолетовый свет)

mass attenuation coefficient-массовый коэффициент затухания — мера частичного снижения интенсивности пучка излучения на единицу поверхностной плотности $см^2 \cdot гм^{-1}$

moderator — замедлитель- материал, который используется для замедления быстрых нейтронов. Нейтроны замедляются, когда сталкиваются с атомами легких элементов, таких, как водород, дейтерий, бериллий и углерод

NC — доля эффективных тепловых нейтронов или нейтронный рентгеновский контраст. NC -это процентное фоновое облучение пленки от нерассеянных тепловых нейтронов.

neutron -нейтрон— нейтральная элементарная частица, имеющая атомную массу близкую к 1. В свободном состоянии вне ядра нейтрон неустойчив, период его полураспада составляет приблизительное 10 мин.

neutron radiography-нейтронная рентгеноскопия — процесс получения рентгенограммы с помощью нейтронов в качестве проникающей радиации

object scattered neutrons- нейтроны, рассеиваемые объектом — нейтроны, рассеянные испытываемым объектом, которые способствуют облучению пленки

P — содержание эффективных пар. *P* –процентное фоновое облучение, вызванное образованием пар в свинцовом листе толщиной 2 мм.

pair production-образование пар — процесс когда гамма-квант с энергией более 1,02 МэВ непосредственно преобразуется в материю в виде любой электронно-позитронной пары. Последующая аннигиляция позитрона приводит к созданию двух гамма-квантов с энергией 0,511 МэВ.

process control radiograph -рентгенограмма для контроля за процессом — рентгенограмма, на которой изображается индикатор чистоты пучка и индикатор чувствительности при том же облучении и процедуре проявки, что и рентгенограмма испытываемого объекта. Рентгенограмма для контроля над процессом может использоваться для определения параметров качества изображения, в случаях, если объект велик по размеру или необычен по форме.

radiograph -рентгенограмма— постоянное видимое изображение на носителе записи, которое получено при прохождении проникающей радиации сквозь материал, подлежащий испытаниям

radiographic inspection -рентгенография— использование рентгеновских лучей или ядерного излучения или обоих вместе, для выявления дефектов в материале и для создания из изображения на носителе записи

radiography — рентгенография- процесс получения рентгенограммы при помощи проникающей радиации

radiological examination- радиография—использование проникающего ионизирующего излучения для получения изображений с целью выявления дефектов или чтобы помочь установить целостность детали

radiology — радиология- наука о рентгеновских лучах, гамма-лучах, нейтронах и других видах проникающего излучения и способы их применения

radioscopic inspection -радиоскопия— использование проникающей радиации и радиоскопии с целью выявления дефектов в материале

radioscopy — радиоскопия- получение изображения электронным способом, которое очень четко следит за изменениями изображаемого объекта во времени

real-time radioscopy- радиоскопия в режиме реального времени — радиоскопия, которая способна следовать за движением объекта без ограничения по времени

S —содержание эффективных рассеянных нейтронов. *S* - процентное фоновое затемнение пленки, вызванное рассеянными нейтронами

scattered neutrons - рассеянные нейтроны— нейтроны, которые подверглись рассеивающему столкновению, но по-прежнему способствуют облучению пленки

sensitivity value —показатель чувствительности – величина, определяемая наименьшим эталонным дефектом на любом заданном индикаторе чувствительности, который виден на радиографическом изображении. Показатели определяются путем выяснения типа индикатора, размера дефекта и толщины поглотителя на котором виден дефект.

thermalization — термализация – процесс уменьшения скорости нейтронов путем создания теплового равновесие между нейтронами и замедлителем

thermalization factor –коэффициент термализации— обратное отношение потока тепловых нейтронов, полученного в замедлителе к нейтрону потока

thermal neutrons -тепловые нейтроны— нейтроны с энергией в диапазоне от 0,005 эВ до 0,5 эВ; нейтроны с такой энергией получают путем замедления быстрых нейтронов, до такой степени, пока они не придут в равновесие с замедлителем при температуре около 20°C.

total cross section — общая площадь сечения -сумма площадей сечений поглощения и рассеяния

vacuum cassette- вакуумная кассета— светонепроницаемое устройство с гибким входным окном, которое при работе в вакууме, удерживает пленку и преобразующий экран в тесном контакте во время облучения

12. УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ (E 127, E 494, E 664 И E 804)

A-scan – представление A-типа — способ представления данных с использованием горизонтальной базовой линии, которая указывает на расстояние или время, а вертикальное отклонение от базовой линии указывает на амплитуду

amplitude -амплитуда—высота вертикального импульса сигнала, обычно от основания до пика, который выявляется при представлении в виде А-сканирования

angle beam-угловой луч — термин, который используется для описания угла падения или отражения, отличного от прямого по отношении к поверхности испытываемого объекта, при исследовании угловым лучом, зонд с угловым лучом, продольные волны углового луча, поперечные волны углового луча

apparent attenuation — кажущееся затухание – наблюдаемая потеря ультразвуковой энергии. Кроме истинных потерь, кажущееся затухание также может включать в себя потери за счет измерительных приборов, конфигурации образца, расхождения луча, отражения от границы раздела сред и процедуры. (E 664)

area amplitude response curve- амплитудно-частотная характеристика участка — кривая, на которой показаны изменения амплитуды при перпендикулярном отражении от плоских отражателей с различными площадями, расположенных на равном расстоянии от зонда в среде, проводящей ультразвук

attenuation-затухание — коэффициент, который описывает снижение интенсивности звукового сигнала с увеличением расстояния. Обычно выражается в децибелах на единицу длины.

ЗАМЕЧАНИЕ 24 — Параметр затухания иногда выражается в неперах (Нп) на единицу длины. Значение в децибелах (дБ) в 8,68 раз превышает значение в неперах. Если потери за проход составляют 1 Нп, значит, амплитуда уменьшилась до 1 /e от своего первоначального значения (e = 2.7183. . .). (E 664)

Attenuator-аттенюатор — устройство для изменения амплитуды ультразвуковых индикаций с известным приращением, обычно в децибелах

B-scan presentation — представление В-типа способ представления данных об ультразвуке, когда изображается поперечное сечение образца с указанием приблизительной длины отражателей (определяемой по индикатору) и их относительного расположения

back reflection-обратное отражение — индикация сигнала отраженного от дальней границы испытываемого материала

back surface-обратная поверхность — сторона эталонного блока, противоположная входной поверхности (Е 127)

base line –базовая линия— время пролета или длина траектории (по горизонтали) вдоль индикатора А –типа –ЭЛТ дисплея (при отсутствии сигнала)

beam axis-ось луча — акустическая ось формы луча акустического зонда, которая определяется геометрическим местом точек в дальнем звуковом поле, где звуковое давление максимально, с продолжением в ближнем звуковом поле

beam spread- расширение луча— расхождение ультразвукового луча при прохождении звука через среду

bottom echo-донный эхо-сигнал — см. *back reflection*-отраженный сигнал

bubbler - барботер— устройство, использующее поток жидкости, чтобы обеспечить контакт ультразвукового луча и испытательного образца

C-scan-представление С-типа — представление данных об ультразвуке, которое обеспечивает плоское изображение испытываемого объекта и дефектов на нем

collimator -коллиматор— устройство для управления размером и направлением ультразвукового луча

compressional wave-волна сжатия и разрежения- см. longitudinal wave-продольная волна

contact testing-контактное испытание — техника, при которой зонд непосредственно контактирует с испытываемым предметом посредством контактной смазки

continuous wave незатухающая волна — постоянный поток ультразвуковых волн в противоположность импульсному

control echo-управляющий эхо-сигнал — эталонный сигнал от стабильной отражающей поверхности, такой, как обратное отражение

corner effect –угловой эффект — отражение ультразвукового луча, падающего под прямым углом к линии пересечения двух перпендикулярных плоскостей

couplant-контактная смазка — вещество, которое используется между зондом и испытательной поверхностью, чтобы обеспечить или улучшить передачу ультразвуковой энергии

critical angle — -критический угол –угол падения ультразвукового луча, за пределами которого конкретная отраженная волна более не существует

cross talk-перекрестные искажения — рассеяние сигнала (акустического или электрического) при проходе через специальную акустическую или электрическую преграду

crystal кристалл (см. *Transducer-преобразователь)* — пьезоэлемент в ультразвуковом зонде. Термин используется для описания одного пьезоэлемента с одним кристаллом, а также поликристаллического пьезоэлемента, например, феррокерамического.

DAC (distance amplitude correction) коррекция расстояния/амплитуды (качающееся усиление, усиление с корректировкой по времени, усиление переменное во времени и т.д.) — изменение усиления электронным способом с целью обеспечения равной амплитуды сигнала от одинаковых отражателей на различной глубине

damping, search unit — ограничение длительности сигнала от зонда при условии импульсного ввода путем снижения электрическим или механическим способом амплитуды последовательных циклов

dB control — управление по децибелам- управление, которое регулирует амплитуду сигнала на дисплее в децибелах

dead zone –мертвая зона— расстояние в материале от поверхности испытываемого объекта до той глубины, на которой отражатель может быть впервые распознан при определенных условиях. Она определяется характеристиками зонда, измерительными приборами ультразвуковой дефектоскопии и объектом испытаний

decibel – децибел (дБ) — двадцать значений десятичного логарифма отношения амплитуд двух ультразвуковых сигналов: дБ = 20 $\log_{10}$ (отношение амплитуд)

delayed sweep-ждущая развертка — одномерная и двумерная эхография, при которой начальная часть временной шкалы не показана

DGS (distance gain size- размер по усилению и расстоянию) – Немецкое среднее German AVG) — зависимость амплитуды от расстояния, которая позволяет спрогнозировать размер отражателя по сравнению с сигналом, отраженным от задней поверхности отражателя

distance amplitude compensation (electronic) дистанционно-амплитудная компенсация (электронная) — компенсация или изменение усиления в приемнике, необходимое для обеспечения равной амплитуды на дисплее ультразвукового дефектоскопа для отражателей одинаковой площади, которые расположены в материале на различной глубине

distance amplitude response curve – дистанционно-амплитудная частотная характеристика — кривая, показывающая отношение между различными расстояниями и амплитудами ультразвукового ответного сигнала от объектов одинакового размера в среде, передающей ультразвуковой сигнал (Е 127)

distance linearity range –дистанционно-линейный диапазон— диапазон отклонения в горизонтальной плоскости, в котором существует постоянное отношение между нарастающим смещением вертикальных индикаций в горизонтальной плоскости при одномерной эхографии и нарастающим временем, необходимым отраженной волне, чтобы пройти известное расстояние в однородной проводящей среде (Е 494)

dual search unit - сдвоенный зонд— зонд, в котором содержатся два элемента – один в качестве приемника, другой в качестве передатчика

dynamic range-динамический диапазон — мера способности испытательной системы воспринимать входные сигналы с различными амплитудами, заданное отношением максимального входного сигнала к минимальному, которое при постоянном усилении создает выходной сигнал без искажений, имеющих различимые изменения с инкрементными отклонениями на входе

ЗАМЕЧАНИЕ 25 — Динамический диапазон может быть задан числовым значением через отношение, однако, он обычно выражается в децибелах.

ЗАМЕЧАНИЕ 26 — Когда индикации на выходе могут быть отнесены к размеру распознанных объектов, например, плоскодонных отверстий, динамический диапазон иногда выражают в пересчете на максимальный и минимальный размер отверстия, которое может быть отображено.

echo — эхо-сигнал- индикация отраженной энергии

far field- дальнее звуковое поле— зона луча, где одинаковые отражатели дают экспоненциально уменьшающиеся амплитуды с увеличением расстояния

focused beam — сфокусированный луч- сходящаяся энергия звукового луча на конкретном расстоянии

frequency (fundamental)-частота (собственная) — при резонансном испытании частота, при которой длина волны равна двум толщинам испытываемого материала

frequency (inspection) частота (проверочная) — эффективная частота звуковой волны, которая применяется при проверке материала

frequency (pulse repetition) частота (повторения импульсов) — количество возбуждений электроакустического зонда в секунду при помощи генератора импульсов для получения импульсов акустической энергии. Она также называется скорость повторения импульсов.

gap scanning-сканирование с зазором — техника звукового контакта при помощи которого столбика жидкости

gate- стробирующий импульс — электронный способ выбора сегмента из временного диапазона для контроля или дальнейшей обработки

grazing incidence — скользящее падение- проверка дефектоскопия погружением с лучом, направленным по касательной к испытываемой поверхности

harmonics -гармоники- такие пульсации, которые являются целыми кратными собственной частоты

holography (acoustic)голография (акустическая) — система проверки в которой используется фазовый переход между звуковой волной от объекта и эталонным сигналом для получения изображения отражателей в испытываемом материале

immersion testing –испытания погружением — ультразвуковая дефектоскопия, при которой зонд и испытываемая деталь погружены в (как минимум, местами) жидкость, обычно это вода

impedance (acoustic)импеданс (акустический) — математическое число, используемое при расчете характеристик отражения на границах сред; произведение скорости прохождения волны и плотности материала

indication -индикация— то, что отмечает или обозначает наличие отражателя

initial pulse- первоначальный импульс— ответный сигнал на дисплее испытательной системы на импульс передатчика (иногда называется основной удар)

interface- раздел между средами — граница между двумя материалами

Lamb wave-волна Лэмба — особый режим распространения при котором две параллельные граничные поверхности испытываемого материала (например, лист или стенка трубы) определяют режим распространения. Волна Лэмба может быть получена только при конкретных значениях частоты, угла падения и толщины материала. Скорость волны зависит от режима распространения и равно произведению толщины материала и инспекционной частоты.

linearity (amplitude) линейность(амплитуды) — мера пропорциональности амплитуды сигнала на входе в приемник и амплитуды сигнала, который появляется на дисплее ультразвукового измерительного прибора или на вспомогательном дисплее

linearity (time or distance) линейность (времени или расстояния) — мера пропорциональности сигнала, появляющегося на оси расстояния или времени дисплея и сигнала на входе в приемник от калиброванного отметчика времени

longitudinal wave (продольная волна) — волны, в которых частицы движутся в том же направлении, в котором идет распространение волны (E 494)

loss of back reflection — (потеря обратного отражения) отсутствие или существенное сокращение амплитуды показания от задней поверхности исследуемой детали

markers (маркеры) — электронные импульсы или другие показания, которые используются для замера времени или расстояния на приборе контроля

(mode тип, мода — тип распространения волны в материале, который характеризуется движением частиц (например, продольный или поперечный)

mode conversion (преобразование мод) — явление, при котором, ультразвуковая волна распространяется с одной модой, а отразиться или преломиться от границы раздела сред может в виде волн (ы) с другой модой

multiple back reflections (многократное тыльное отражение) — последовательные отражения от тыльной стороны контролируемого материала

multiple reflections (многократное отражение) — последовательные ультразвуковые эхо-сигналы между двумя поверхностями

near field (поле в ближней зоне) — участок ультразвукового луча, смежный с передатчиком и имеющий сложный профиль. Также называется зоной Френеля.

noise (шум) — любой нежелательный сигнал (электрический или акустический), который мешает приему, анализу или обработке нужного сигнала

normal incidence (also see straight beam)-перпендикулярное падение (см. также прямой луч) — условия, при которых ось ультразвукового луча расположена перпендикулярна входной поверхности исследуемой детали

penetration depth (глубина проникновения) — максимальная глубина материала, с которой полезная ультразвуковая информация может быть получена и измерена

plate wave — анодная волна — см. Волна Лэмба *Lamb wave*

probe зонд — см. *search unit- поисковый блок*

pulse импульс- последовательность коротких волн от механических колебаний

pulse echo method-эхо-метод — метод дефектоскопии при котором наличие и положение отражателя определяется по амплитуде эхо-сигнала и времени

pulse length -длина импульса— мера продолжительности сигнала, выраженная во времени или количестве циклов

pulse repetition rate -скорость повторения импульсов— см. *frequency (pulse repetition) частота (повторении импульсов)*

pulse tuning -настройка импульсов — метод управления, который применяется на некотором испытательном оборудовании для оптимизации отклика на сигнал зонда и передачи его по кабелю к передатчику путем настройки спектра частот передаваемого импульса

radio frequency (r-f) display-дисплей радио-частот — изображение невыпрямленного сигнала на дисплее ЭЛТ или в приемнике

range -диапазон— максимальная длина пути звука, который отображается

Rayleigh wave – рэлеевская волна — ультразвуковая поверхностная волна, в которой движение частиц является эллиптическим, а эффективное проникновение приблизительно равно длине волны

reference block- контрольный образец— образец, который применяется и как измерительная шкала и в качестве средства обеспечения отражения ультразвука и в качестве средства обеспечения ультразвукового отражения с известной силой. Блок, который используется и в качестве измерительной шкалы, так и средства обеспечения отражения ультразвука с известными характеристиками

reflection — отражение см. *echo эхосигнал*

reflector-отражатель — граница раздела, на которой акустический луч наталкивается на изменение в акустическом импедансе и от которого отражается, как минимум, часть энергии

reject (suppression) -отклонение (подавление) — управление с целью сведения к минимуму или устранения сигналов с малой амплитудой (помех электрических или от материала), чтобы выделить сигналы с большей амплитудой

resolution -разрешение— способность ультразвукового оборудования выдавать одновременные, отдельные индикации от дефектов, которые имеют приблизительно одинаковый диапазон и боковое положение относительно оси луча.

resonance method –резонансный метод- — техника, при которой непрерывные акустические волны меняются по частоте, чтобы определить резонансные характеристики с целью выявить такие свойства детали, как толщина, жесткость или целостность связей

saturation -насыщение— условие, при котором увеличение сигнала на входе не ведет к увеличению амплитуды на дисплее

saturation level –уровень насыщения –см. vertical limit предел по вертикали

scanning -сканирование— перемещение зонда относительно испытываемого материала чтобы исследовать весь объем материала

scanning index -показатель сканирования — расстояние, на которое зонд перемещается между траекториями сканирования после каждого прохождения детали

scattered energy-рассеянная энергия — энергия, которая отражается произвольным образом от маленьких отражателей на пути луча ультразвуковой волны

scattering -рассеяние — дисперсия, отклонение или изменение направления энергии в ультразвуковом луче, вызванные малыми отражателями в исследуемом материале

Schlieren system –шлирен-система— оптическая система, которая используется для визуализации на дисплее ультразвукового луча, проходящего сквозь прозрачную среду

SE probe-зонд SE — см. *сдвоенный зонд*

search unit -зонд—электроакустическое устройство, которое используется для приема и передачи ультразвуковой энергии или обеих. Устройство обычно состоит из паспортной таблички, соединителя, корпуса, именной планки, подкладки, пьезоэлектрического элемента, износостойкой накладки или линз или клина.

sensitivity — чувствительность - мера наименьшего ультразвукового сигнала, который дает видимый индикаторный след на дисплее ультразвуковой системы

shadow — тень – участок на объекте, которого нельзя достичь путем перемещения ультразвуковой энергии в данном направлении вследствие формы объекта или несплошности на нем

shear wave — сдвиговая волна – движение волны при котором движение частиц перпендикулярно направлению распространения волны

shear wave search unit (зонд с кварцем Y среза) зонд со сдвиговой волной — прямой зонд, используемый для создания и обнаружения сдвиговой волны

signal-to-noise ratio –соотношение сигнал-шум— отношение амплитуды ультразвукового индикаторного следа к амплитуде максимального фонового шума

skip distance -размер пропуска—при контроле угловым лучом, расстояние вдоль испытательной поверхности от точки входа звука до точки в которой звук возвращается на ту же поверхность. Его можно считать длиной по верхней поверхности полной V-образной траектории, которую проходит звук в испытываемом материале

straight beam (прямой луч) — напряженная импульсная волновая последовательность, идущая перпендикулярно исследуемой поверхности

suppression (подавление) — см *reject (suppression) (подавлять гашение)*

surface wave (поверхностная волна) — см *Rayleigh wave (релеевская волна)*

sweep (развертка) — равномерное повторяющееся движение электронного луча поперек электронно-лучевой трубки

swept gain (временное усиление) — см *DAC (корректировка расстояния/амплитуда)*

testing, ultrasonic (испытания, ультразвуковые) — неразрушающий метод контроля материала путем направления ультразвуковой волны на поверхность исследуемой детали или сквозь нее и определение различных свойств материала с помощью влияния ультразвуковых волн

test surface –испытываемая поверхность— та поверхность детали, через которую ультразвуковая энергия входит в деталь или покидает ее

through transmission technique-акустический метод прохождения — метод испытаний при котором ультразвуковые колебания создаются один зондом, а принимаются другим зондом с противоположной стороны испытываемого материала

transducer -преобразователь— электроакустическое устройство для преобразования электрической энергии в акустическую и наоборот См. также *crystal-кристалл.*

transverse wave-поперечная волна — см. *shear wave*-сдвиговая волна.

transverse wave — поперечная волна- движение волны при котором перемещение частиц в каждой точке перпендикулярно направлению распространения волны (E 494)

true attenuation -истинное затухание — та часть наблюдаемых потерь ультразвуковой энергии, которая является собственной для среды. Через которую распространяется ультразвук. Потери при истинном затухании могут быть отнесены к базовым механизмам поглощения и рассеяния. (E 664)

ultrasonic -ультразвуковой— относящийся к механическим вибрациям с частотой больше, чем приблизительно 20 000 Гц

ultrasonic noise level-уровень ультразвуковых помех— большое количество неразрешенных индикаторных следов по причине структуры или, возможно, по причине большого количества малых несплошностей, или от того или другого (E 127)

ultrasonic spectroscopy- ультразвуковая спектроскопия — анализ частотного спектра ультразвуковой волны

vee path -V -образный путь — путь углового луча в материале, начиная от поверхности, которая проверяется преобразователем, сквозь материал до отражающей поверхности, далее до проверяемой поверхности перед зондом и обратного отражения вдоль той же траектории до зонда. Траектория обычно имеет форму буквы V.

vertical limit –вертикальный предел— максимальный считываемый уровень вертикальных индикаторных следов, определяемый либо электрическим или физическим пределом одномерной эхографии

video presentation- видеопредставление — изображение выпрямленного и обычно фильтрованного, радиочастотного сигнала

water path -траектория в воде— расстояние от преобразователя до испытываемой поверхности при испытаниях погружением или водяным столбом

wave front-фронт волны — непрерывная поверхность, проведенная через самые передние точки волнового возмущения, которые имеют одинаковую фазу

wave train — последовательность ультразвуковых волн, идущих из одного источника, имеющих одинаковых характеристики и распространяющиеся вдоль одинаковой траектории

wedge — призма- в контроле угловым зондом контактным методом, устройство, которое используется для направления ультразвуковой энергии в материал под углом

wheel search unit – катящийся преобразователь— ультразвуковое устройство, заключающее в себе один или больше пьезоэлектрических элементов, установленных внутрь гибкой шины. Луч входит в контакт с испытываемой поверхностью через вращающуюся площадь контакта колеса.

wrap around -наложение— изображение ложных отражений от предыдущего импульса, вызванное чрезмерно высокой частотой повторения импульсов

13. ИНФРАКРАСНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ (E 1213)

absorptance, a- Коэффициент поглощения — отношение потока излучения, поглощенного поверхностью к потоку, который на нее падает

apparent temperature-видимая температура — температура объекта, определенная только по измеренному излучению, принимая коэффициент излучения равным единице

background radiation- фоновое излучение— вся радиация, полученная инфракрасным первичным преобразователем, которая не была испущена определенной площадью испытываемой поверхности

background, target -засветка от объекта — та часть фона, которая ограничена полем зрения

blackbody –абсолютно черное тело— идеальный тепловой излучатель (коэффициент излучения = 1,0) который излучает и поглощает все имеющееся тепловое излучение при данной температуре

blackbody equivalent temperature-эквивалентная температура абсолютно черного тела — видимая температура объекта, определенная по измеренному излучению и принимая, что он является абсолютно черным телом с коэффициентом излучения = 1,0

differential blackbody – дифференциальное абсолютно черное тело — аппарат для создания двух параллельных изотермических плоских зон с различной температурой и с коэффициентами излучения = 1,0 (E 1213)

emissivity, ε - коэффициент излучения — отношение излучения тела при заданной температуре к соответствующему излучению абсолютно черного тела при той же температуре

extended source расширенный источник— источник инфракрасного излучения, изображение которого полностью заполняет зону обзора детектора

ЗАМЕЧАНИЕ 27 — Облученность не зависит от расстояния от источника до участка наблюдения. НА практике источники, которые не являются расширенными, считаются точечными, см. *point source- точечный источник.*

field of view (FOV)-зона обзора — форма и угловые размеры конуса или пирамиды, которые определяют пространство объекта, которое изображает система, например, прямоугольная, 4 градуса шириной или и 3 градуса высотой

imaging line scanner-изображающий линейный сканер — прибор, который выполняет одномерное сканирование и движется перпендикулярно к направлению сканирования с целью получения двумерной термограммы места проверки

infrared imaging system - Инфракрасная система получения изображений — прибор, который преобразует двумерные пространственные изменения инфракрасного излучения от поверхности любого объекта в двумерную термограмму того же участка, на которой изменения излучения показаны с сортировкой по оттенку серого цвета или по цвету

infrared reflector –инфракрасный отражатель— материал с отражательной способностью в инфракрасном диапазоне максимально возможно близкой к 1,00

infrared sensing device –инфракрасный детектор— один из обширного класса измерительных устройств, используемых для показа или записи, или того и другого, информации, относящейся к тепловому излучению, полученному от поверхности любого объекта, который осматривают при помощи измерительного прибора. Измерительные приборы различаются по сложности от прицельных радиометров до двумерных систем создания изображений в режиме реального времени.

infrared thermographer- термографист инфракрасного излучения — лицо, имеющее квалификацию или обученное пользоваться инфракрасным радиометром с формирование изображения

infrared thermograph –инфракрасная термография — см. *thermography, infrared- термография, инфракрасная*

instantaneous field of view (IFOV) мгновенная зона обзора — для сканирующей системы величина угла в пространстве вокруг объекта, внутри которого объекты отображаются при помощи отдельного детектора (единицы = градусы или радианы)

ЗАМЕЧАНИЕ 28 — IFOV является эквивалентом горизонтальной и вертикальной зоны обзора отдельного детектора. Для небольших детекторов хорды, стягивающие угол или проекции, α и β, задаются уравнениями $\alpha = a/f$ и $\beta = b/f$, где a и b горизонтальный и вертикальный размеры детектора и являются эффективным фокусным расстоянием оптического датчика. (IFOV может быть также выражен как пространственный угол в стерадианах, ср.)

irradiance, E –поверхностная плотность потока излучения— поток излучения (мощность) на единицу площади, падающий на данную поверхность (единица = Вт/$м^2$)

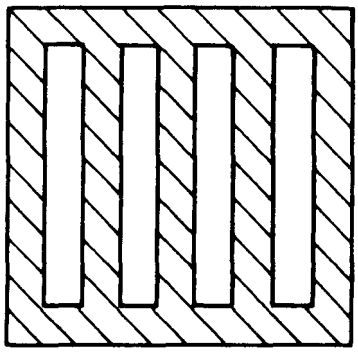
limiting resolution-предел разрешающей способности — максимальная пространственная частота цели, которую датчик, формирующий изображение, способен распознать

line scanner- линейный сканер— прибор, который ведет сканирование вдоль одной линии на участке, чтобы построить одномерную термограмму участка

minimum detectable temperature difference (MDTD) – минимальная выявляемая разность температур — мера совместной способности инфракрасной системы создания изображения и наблюдателя в выявлении цели, местоположение которой неизвестно с одной температурой на фоне однородного участка большой площади с другой температурой при изображении на дисплее в течение ограниченного времени.

ЗАМЕЧАНИЕ 29 — Для цели данного размера MDTD является минимальной разностью температур цели и фона, при которой наблюдатель может обнаружить цель. Стандартная цель- это круг, размер которого дан

РИС. 4 СХЕМА ЧЕТЫРЕХ ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ РИСУНОК С ФОНОМ, КОТОРЫЙ ПРИМЕНЯЕТСЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИНИМАЛЬНОЙ ОТОБРАЖАЕМОЙ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР



По хорде, стягивающей угол, и цель и фон являются изотермическими абсолютно черными телами.

minimum resolvable temperature difference (MRTD) — минимальная отображаемая разность температур -мера способности инфракрасной системы создания изображения и наблюдателя распознавать на дисплее периодические прямоугольные цели. MRTD –это минимальная разность температур между эталонным периодическим испытательным рисунком (соотношение размеров 7:1, 4 прямоугольника) и фоном – абсолютно черным телом, на котором наблюдатель может распознать рисунок в виде четырех прямоугольников (см. Рис. 4).

modulation transfer function (MTF)-функция передачи модуляции — в инфракрасных системах, создающих изображение, модуль преобразования Фурье, который описывает пространственное распределение общего затухания по амплитуде системы формирования ИК- изображений

ЗАМЕЧАНИЕ 30 — MTF является функцией чувствительности пространственной частоты.

noise equivalent temperature difference (NETD) разность эквивалентных шумовых температур — разность температур между целью и фоном – это разность температур между целью – абсолютно черным телом и фоном- абсолютно черным телом при которой отношение сигнал-шум системы формирования ИК- изображений или сканера равно единице

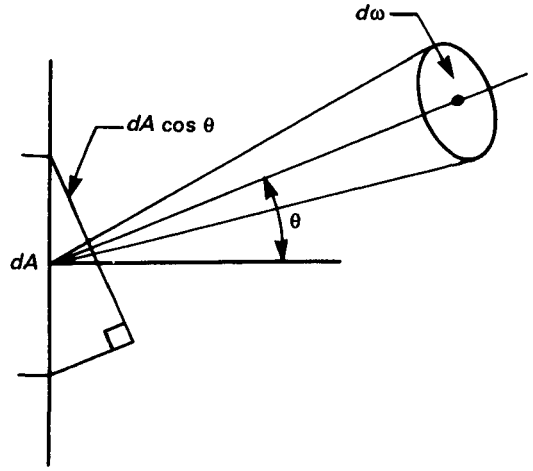
object plane resolution разрешающая способность в плоскости объекта — размеры плоскости объекта, который соответствует произведению мгновенной зоны обзора и указанному расстоянию от системы до объекта

point source –точечный источник— источник, линейные размеры которого очень малы по сравнению с расстоянием до источника до участка наблюдения

ЗАМЕЧАНИЕ 31 — Поверхностная плотность потока меняется обратно пропорционально квадрату расстояния, это особенное свойство точечного источника.

radiance, L –энергетическая яркость— поток на единицу облучаемой площади на единичный пространственный угол, выходящий из источника или, в общем случае, любой эталонной поверхности. Если $d^2\Phi$ – поток, излучаемый в пространственный угол $d\omega$

РИС. 5 СХЕМАТИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ



элементом - источником с площадью проецируемой поверхности *dA* cos θ, энергетическая яркость определяется как:

$$L = \frac{d^2\Phi}{d\omega \cdot dA \cos\theta}$$

Где, как показано на Рис. 5, θ –это угол между внешней поверхностью, перпендикулярной к площади элемента *dA* и направлению наблюдения (единица измерения = *Вт/ср ·м²).*

radiant exitance, M-энергетическая светимость — энергетический поток на единицу площади, покидающий поверхность. Выражается формулой

$$M = \frac{d\Phi}{dA}$$

где: *dΦ* = поток, покидающий элемент поверхности *dA* (единица измерения = Вт/*м²).*

ЗАМЕЧАНИЕ 32 — В общем, энергетическая светимость включает в себя испускаемый, передаваемый и отраженный поток.

radiant flux - поток излучения; radiant power, φ_e мощность излучения — энергия излучения на единичное время (единица = Вт*)*

radiometer — радиометр – прибор для измерения интенсивности энергии излучения. При ИК-термографии, прибор, измеряющий среднюю видимую температуру поверхности, противолежащей его полю зрения.

reflectance - коэффициент отражения — отношение потока излучения, отраженного от поверхности, к потоку, падающему на нее

reflected temperature – отраженная температура — температура энергии, падающей на измеряемую поверхность образца и отраженной от нее

spatial frequency - пространственная частота — мера четкости выраженная в одинаковых, равномерно расположенных циклических картинках. В плоскости объекта или изображения она может быть выражена в единицах циклов на миллиметр (цикл/мм) или парах линий на миллиметр (пл/мм). В системе формирования изображения она может быть выражена в единицах циклов на миллирадиан (цикл/мрад) или парах линий на миллирадиан (пл/мрад).

thermal resolution – термическое разрешение — наименьшая разность видимых температур двух абсолютно черных тел, которая может быть измерена с помощью инфракрасного чувствительного элемента

thermogram – термограмма — визуальное изображение, которое преобразует картину видимых температур объекта или сцены в соответствующую контрастную или цветную картину

thermography, infrared – термография, инфракрасная — процесс отображения колебаний видимой температуры (колебания температуры или коэффициента излучения или и того, и другого) на поверхности объекта или сцены путем измерения колебаний инфракрасного излучения

ПРИМЕЧАНИЕ 33 — Вообще, *пассивная термография* относится к виду контроля объекта или системы при обычном режиме эксплуатации без применения любого дополнительного источника энергии для быстрого создания температурного градиента в объекте или системе; *активная термография* относится к виду контроля объекта путем намеренного применения внешнего источника энергии. Источником энергии (активным или пассивным) может являться источник тепла, механической энергии (испытание на виброустойчивость или усталость), электрического тока или любой другой формы энергии.

transmittance, τ, - коэффициент пропускания – отношение потока излучения, пропущенного через тело, к потоку, падающему на него

vibrothermography – виботермография — термографический метод контроля объекта, при котором разности температур создаются путем возбуждения

14. ОПТИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ

amplitude hologram – амплитудная голограмма — регистрация колебания силы света, вызванного интерференцией опорного и объектного луча, в виде светлых или темных участков на носителе записи. Светлые и темные интерференционные линии на носителе записи преломляют лазерный свет для получения объемного изображения объекта.

beam ratio – отношение лучей — измеренная интенсивность опорного луча, поделенная на измеренную интенсивность объектного луча в плоскости носителя записи

beamsplitter – светоделитель — оптический прибор для деления луча на два или более отдельных пучка

coherence - когерентность — свойство луча электромагнитного излучения, при котором фазовое соотношение между любыми двумя точками на луче или со временем остается почти постоянным (см. *длину когерентности*)

coherence length – длина когерентности — разность путей объектного и опорного луча, при которой контрастность интерференционных полос уменьшается на коэффициент √2/2 (0,707) от точки максимального контраста. Длина когерентности относится к ширине спектральной линии, выходящей из лазера: $L_C = c/\Delta\upsilon$, где с это скорость света, а *Δv* это ширина спектральной линии испускания.

exposure – экспозиция — результат энергетической освещенности и время, необходимое для создания соответствующей испытательной таблицы на носителе записи

fringe – интерференционная полоса — одна из светлых или темных полос, вызванных интерференцией света, рассеянного реальным объектом или мнимым изображением объекта

holography (optical) – голография (оптическая) — метод записи и воспроизведения, амплитудно- фазового распределения волнового возмущения; широко используется как метод формирования трехмерного оптического изображения. Суть метода состоит в записи картины интерференции между когерентным светом, отраженным от интересующего объекта (объектный луч), и светом, который исходит непосредственно от того же самого источника (опорный луч).

interference – интерференция — изменение амплитуды волны в зависимости от расстояния или времени, которое происходит в результате наложения двух или более волн, имеющих одинаковую, или почти одинаковую, частоту

monochromatic – монохроматический — свойство луча электромагнитного излучения, при котором все волны в луче имеют одинаковую длину

object beam – объектный луч — пучок лазерного излучения, который освещает испытываемую поверхность объекта, который рассеян и несет объектную информацию на носитель записи

object beam angle – угол ориентации объектного луча — угол между линией, идущей от центра объекта к центру носителя записи, и нормалью к центру носителя записи

path length – длина пути — расстояние, пройденное лазерным излучением от светоделителя до носителя записи

path length difference – разность длин путей — разность длин путей объектного и опорного луча

phase hologram – фазовая голограмма — регистрация колебаний силы света, вызванных интерференцией опорного и объектного луча, в виде колебаний толщины или показателя преломления носителя записи. Колебания толщины или показателя преломляют когерентный свет для того, чтобы вызвать восстановление.

real image – реальное изображение — воспроизведение объекта с помощью оптической системы, которая собирает свет от точки объекта и преобразует его в луч, который сходится в другую точку

recording medium – носитель записи — светочувствительный материал, который выявляет интерференцию объектного и опорного луча. Типичными носителями записи, используемыми в голографии, являются пленка из галоида серебра, термопластическая плёнка и такие электронные детекторы, как кинескопы и матрицы ПЗС.

reference beam – опорный луч — лазерное излучение, падающее прямо на носитель записи через оптические компоненты, и которое, как правило, не несет информации об испытываемом объекте. При некоторых испытаниях, опорный луч может быть отражен или рассеян от части поверхности объекта. В этом случае любая информация об объекте, содержащаяся в опорном луче, уничтожается в объектном луче в результате интерференции объектного и опорного луча.

reference beam angle – угол ориентации опорного луча — угол, образующийся между осевой линией опорного луча и перпендикуляром к носителю записи

speckle – спекл — картина случайной интерференции, которая является результатом освещения оптической шероховатой поверхности когерентным излучением. В лазерных системах она приводит к эффекту зернистости, который можно увидеть в рассеянном луче.

virtual image – мнимое изображение — воспроизведение объекта с помощью оптической системы, которая собирает свет от точки объекта и преобразует его в луч, который выглядит так, как будто он расходится от другой точки

15. ВИЗУАЛЬНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

accommodation, visual – аккомодация, визуальная — настройка глаза, либо фокуса, либо ирисового отверстия, для его оптимизации при конкретных преобладающих условиях наблюдения

ambient light – окружающий свет — свет, не обеспечиваемый системой визуального контроля

borescope – бороскоп — гибкий или жесткий прибор контроля в виде трубки, используемый в качестве средства непосредственного визуального наблюдения на расстоянии. Прибор может состоять из зеркал, призм, линз, оптических волокон и миниатюрной ПЗС-камеры для передачи изображений на просмотровое средство или носитель записи

candela - кандела — единица силы света (прежде *candele*). Одна кандела равняется силе света поверхности излучателя абсолютно черного тела площадью 1/600000 $м^2$ в перпендикулярном направлении при температуре затвердевания платины и давлении, составляющим 101 325 Па. Одна кандела излучает 1 люмен светового потока на стерадиан телесного угла, измеренный от источника

charge-coupled device (CCD), n – прибор с зарядовой связью (ПЗС), н — фотоприемник, в котором отдельные компоненты соединяются так, что электрический заряд или сигнал на выходе одного компоненты обеспечивает вход в следующий

closure – замыкание — процесс, при котором человек домысливает картины или формы, которые не полностью восприняты

contrast - контраст — разность количества света, отраженного или переданного объектом и фоном в пределах поля зрения

depth of field – глубина резкости — диапазон расстояния, в пределах которого система формирования изображения дает удовлетворительную четкость, если она находится в наилучшем фокусе для конкретного расстояния

direct viewing – прямое наблюдение — вид, который не определяется повторно с помощью оптических или электронных средств

feature extraction – выделение признаков — определение параметров объектов в изображении, как правило, с целью отличия этих объектов

fiber optics – волоконная оптика — метод, при котором свет передается через тонкие прозрачные волокна

field angle – угловое поле — прилежащий угол между теми точками на противоположных сторонах светового луча, в которых сила света составляет 10% от максимального значения

filter – фильтр — обрабатывающий элемент или функция, который исключает, пропускает или усиливает выбранный вид сигнала или части сигнала

field coefficients – коэффициенты поля — значения, которые определяют фильтр маски при обработке изображения

glare – блик — избыточная яркость, которая препятствует ясному зрению, критическому наблюдению и суждению

glossmeter – глоссметр — КИП для измерения отношения света, регулярно или зеркально отражаемого от поверхности, к общему количеству отражаемого света

illuminance – освещенность — плотность светового потока на поверхности на единицу площади. Измеряется в системе СИ люксами.

light – свет — электромагнитное излучение в спектральном диапазоне, видимое обычному человеческому глазу (длина волны находится приблизительно в диапазоне от 380 до 780 нм)

lumen – люмен — световой поток, излучаемый в пределах одного стерадиана точечным источником, имеющий пространственно однородную силу света, равную одной канделле. Единица светового потока в системе СИ.

monochromator – монохроматор — устройство отделения монохроматического излучения от луча излучения, которое включает широкий диапазон длин волн

reflection – отражение — процесс, при котором падающий поток оставляет поверхность или носитель с падающей стороны без измерения частоты, однако может измениться полярность. Отражение обычно представляет собой сочетание зеркального и диффузного отражения.

saturation – насыщение — относительная или сравнительная цветовая характеристика, являющаяся результатом разбавления оттенка цвета белым светом

visibility – видимость — качество или состояние, воспринимаемое глазом. При работе на открытом воздухе, видимость определяется на основе расстояния, на котором объект может быть, с большой вероятностью, разрешим на фоне окружающей среды. На открытом воздухе она обычно определяется на основе контраста или размера стандартного испытательного образца, обнаруживаемого при стандартных условиях наблюдения, имеющего тот же порог, что и заданный объект.

visual field – поле зрения — точка или точки в пространстве, которые могут быть восприняты, когда голова и глаза остаются неподвижными. Поле может быть монокулярным или бинокулярным.

white light – белый свет — свет, включающий все длины волн в оптическом спектре (в диапазоне от 380 до 780 нм)

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

X1. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕННЫЕ В НАСТОЯЩЕМ СТАНДАРТЕ

X1.1 Ниже представлен перечень терминов, определенных в настоящем стандарте, расположенный в алфавитном порядке:

A-scan – представление А-типа 12
absolute coil – абсолютная катушка....6
absolute manometer - абсолютный манометр 8
absolute measurements - абсолютные измерения....6
absolute pressure - абсолютное давление 8
absolute readout - абсолютное считывание 6
absolute system - абсолютная система 6
absorbed dose - поглощенная доза 7
absorbed dose rate - мощность поглощенной дозы 7
absorptance, *a* – поглощающая способность 13
absorption - поглощение....7, 8
accelerating potential – ускоряющее напряжение. 7
acceptable quality level – приемлемый уровень качества 4
acceptance level – приемочный уровень....6
acceptance limits – допустимые пределы 6
acceptance standard – стандарт на условия приемки 6
accommodation, visual – аккомодация, визуальная 15
accumulation test – испытание на накопление 8
acoustic emission (AE) – акустическая эмиссия (АЭ) 5
acoustic emission channel – канал акустической эмиссии 5
acoustic emission count (emission count) (N) – счет акустической эмиссии (счет эмиссии) 5
acoustic emission count rate (emission rate or count rate) (N) – скорость счета акустической эмиссии (скорость акустической эмиссии или скорость счета). 5
acoustic emission event (emission event) – событие акустической эмиссии (событие эмиссии)....5
acoustic emission event energy – энергия – событие акустической эмиссии 5
acoustic emission sensor – датчик акустической эмиссии 5
acoustic emission signal amplitude – амплитуда сигнала акустической эмиссии 5
acoustic emission signal (emission signal) – сигнал акустической эмиссии (сигнал эмиссии) 5
acoustic emission signal generator – генератор сигналов акустической эмиссии 5
acoustic emission signature (signature) – сигнатура акустической эмиссии (сигнатура). 5
acoustic emission transducer – преобразователь акустической эмиссии 5
acoustic emission waveguide – волновод акустической эмиссии. 5
activation - активация 7, 11
acute radiation syndrome – острый лучевой синдром....7
adaptive location – адаптивная локация....5
AE activity – активность АЭ....5
AE amplitude – амплитуда АЭ 5
AE rms – среднеквадратическая АЭ 5
AE signal duration – длительность сигнала АЭ 13
AE signal end – окончание сигнала АЭ....13
AE signal rise time – время нарастания сигнала АЭ 13
AE signal start – начало сигнала АЭЗ....13
alkali ion diode – датчик галогенных газов....8
alphanumeric – буквенно-цифровой 7
alpha particle – альфа-частица 7
ambient light – окружающий свет 15
ammeter shunt – шунт амперметра....10
amorphous selenium (a-Se) radiation detector array –матрица датчиков радиоактивного излучения некристаллического селена....7
amorphous silicon (a-Si) X-ray detector – аморфный кремниевый рентгеновский детектор (a-Si)....4
ampere turns –ампер-витки....10
amplitude – амплитуда 12
amplitude distortion- амплитудные искажения 6
amplitude hologram – амплитудная голограмма 14
amplitude response – АЧХ....6
analog image – аналоговое изображение 7
analog to digital converter (a/d) – аналого-цифровой преобразователь....7
angle beam – угловой луч 12
angstrom unit (A) - ангстрем. 9
annular coil clearance – просвет проходного датчика 6
annular coils – проходные датчики....6
anode - анод....7
anode current – анодный ток....7
aperture - апертура....7
aperture leak – течь в мембране 8
apparent attenuation – видимое затухание....12
apparent temperature – видимая температура 13
arc strikes – прожоги электродом 10
area of interest – интересующий участок 7
array - матрица....5
array processor – матричный процессор....7
arrival time interval (A_m).- интервал времени вступления 5
artifact- артефакт. 7
artificial discontinuity.- искусственная несплошность....6
atmosphere (standard) – атмосфера (стандартная)....8
atmospheric pressure – атмосферное давление 8
atomic mass unit (amu) – атомная единица массы (аем)....8
attenuation - затухание 5,12
attenuation coefficient – коэффициент затухания 11
attenuation cross section – поперечное сечение затухания 11
attenuator - аттенюатор 12
audible leak indicator – звуковой индикатор утечки 8
autoradiograph - авторадиограф 7
average signal level – средний уровень сигнала 5
B-scan presentation – двухмерное представление....12
background –фон....13
back pressure – обратное давление 8
back pressure test – испытание под обратным давлением....8
back scattered radiation – излучение обратного рассеивания....7
back surface – тыльная поверхность 12
background –фон....9, 10
background signal – фоновый сигнал....8
background target – фоновая цель 13
backing pump – форвакуумный насос....8
backing space – объем накопления 8
backing space technique – метод накопления....8
bake-out -дегазация 8
ballast - балласт 8
band pass filter – полосовой фильтр. 6
barn - барн....11
base line – основная линия 12
bath - ванна 10
Bayard-Alpert ionization gage – ионизационный вакуумметр Байярда-Альперта....8
beam axis – ось луча....11
beam ratio – соотношение лучей....14
beam splitter - светоделитель....14

beam spread – раствор луча 11
bell jar- вакуумный колпак 8
bell jar testing – испытание под вакуумным колпаком. 8
betatron - бетатрон. 7
bipolar field – биполярное поле 10
blackbody – абсолютно черное тело 13
blackbody equivalent temperature - эквивалентная температура абсолютно черного тела 13
black light – черное излучение 9, 10
black light filter – фильтр черного излучения 9, 10
bleedout – вытекание 9
blocking or masking - забивание или маскировка 7
blooming- расплывание. 7
blotting - размазывание 9
blow back – просмотр с увеличением 7
bobbin coil – внутренняя катушка 6
bomb test – испытание в бомбе 8
bottom echo – эхо-сигнал от дна 12
bubble immersion test – испытание (проба на образование пузырей) на герметичность погружением 8
bubbler – барботер 12
bucking coils – компенсационные катушки 6
burst emission.- дискретная эмиссия 5
C-scan – трехмерное представление 12
cadmium ratio – коэффициент кадмия 11
calibration, instrument – калибровка прибора контроля 4
candela - кандела 15
carrier - носитель 9
carrier fluid – жидкость-носитель 10
cassette - кассета 7, 11
central conductor- центральный проводник 10
characteristic curve.- характеристическая кривая 7
channel, acoustic emission.- канал, акустической эмиссии 5
charge-coupled device (CCD)- прибор с зарядовой связью (ПЗС) 15
cine-radiography.- кинорадиография 7
circular field – круговое поле 10
circular magnetization – круговое намагничивание 10
circumferential coils- проходные катушки 6
clean - чистый 9
clean-up - очистка 8
closure - закрытие 15
clusec - клюсек 8
coercive force – коэрцитивная сила 10
coherence - когерентность 14
coherence length – длина когерентности 14
coil, absolute – катушка, абсолютная 6
coil method – катушечный метод 10
coil, reference.- катушка, контрольная 6
coil size- размер катушки 6
coil spacing- расстояние между катушками 6
coil technique –технология катушки 10
coil, test – испытательная катушка 6
cold-cathode ionization gage – магнитный электроразрядный вакуумметр 8
collimator - коллиматор 7, 12
comparative measurements – сравнительные измерения 6
comparative readout.- сравнительное считывание 6
comparative system – сравнительная система 6
comparator coils.- катушки компаратора 6
composite viewing – комбинированное наблюдение 7
compressional wave – волна сжатия 12
compton scatter radiation – комптоновское рассеиваемое излучение. 7
computed location – вычисленная локация 5
computed radiology (photo stimulated luminescence method) – вычисленная радиология (метод люминесценции путем фотостимуляции) 7
concentration ratio – коэффициент концентрации 8
conditioning agent – модификатор 10
conductance - проводимость 8
conductivity – удельная проводимость 6
constant potential – постоянный потенциал 7
contact head – контактная головка 10
contact pad – контактная площадка 10
contact testing – контактное испытание 12
contaminant - загрязнение 9
continuous emission.- непрерывная эмиссия 5
continuous method – непрерывный метод 10
continuous wave – незатухающая волна 12
contrast - контраст 9, 15
contrast agent – контрастное вещество 11
contrast sensitivity – контрастная чувствительность 7
contrast stretch – расширение контраста 7
control echo – контрольный эхо-сигнал 12
conversion screen – преобразующий экран- 11
core- сердечник (контура магнитной дефектоскопии) 10
corner effect – сглаживание АЧХ фильтра по краям полосы пропускания 12
count, acoustic emission (emission count) (N) – счет, акустическая эмиссия (счет эмиссии) 5
count, event (Ne) – счет, событие 5
count, ring-down – счет, прямой вызов 5
count rate, acoustic emission (emission rate or count rate) (N) – скорость счета, акустическая эмиссия (скорость акустической эмиссия или скорость счета). 5
couplant – связующее вещество 5, 12
coupling - связь 6
cracking - растрескивание 8
critical angle – критический угол 12
cross section – поперечное сечение 11
cross talk – перекрестное искажение 12
crystal (see transducer) – кристалл (см. преобразователь) 12
cumulative (acoustic emission) amplitude distribution F(V) – кумулятивная функция амплитудного распределения (акустическая эмиссия) 5
cumulative (acoustic emission) threshold crossing distribution Ft/(V) – кумулятивная функция распределения превышения порога (акустическая эмиссия) 5
Curie point – точка Кюри 10
current flow method – метод электрического тока 10
current induction method – метод индукционного тока 10
cut-off level – уровень отсечки 6
DAC - ЦАП 12
damping, search unit – успокоение, поисковое устройство 12
dark adaptation – темновая адаптация 9, 10
dB_{AE} – $дБ_{АЭ}$ 5
dB control – дБ, контроль 12
dead time, instrumentation – время отсутствия чувствительности, прибор контроля. 5
dead zone – мертвая зона 12
defect - дефект 4
defect resolution- разрешение дефекта. 6
definition, image definition – резкость, резкость изображения 7
delayed sweep – ждущая развертка 12
demagnetization - размагничивание 10
densitometer - денситометр 7
density (film) – плотность (пленки) 7
density comparison strip – полоса сравнения плотности 7
depth of field – глубина резкости 15
depth of penetration.- глубина проникновения 6
detergent remover.- растворитель моющего средства 9
developer - проявитель 9
developer, dry powder- проявитель, порошковый. 9
developer, liquid film – проявитель, жидкопленочный 9
developer, nonaqueous – проявитель, неводный. 9
developer, soluble.- проявитель, растворимый 9
developer, wet (aqueous suspendible) – проявитель, влажный (водный, .взвешиваемый) 9
developing time – время проявления 9

DGS (distance gain size-German AVG) – 12
diamagnetic material – диамагнитный материал....6
differential (acoustic emission) amplitude distribution F(V) – дифференциальная функция амплитудного распределения (акустическая эмиссия) 5
differential (acoustic emission) threshold crossing distribution Ft/(V) – дифференциальная функция распределения превышения порога (акустическая эмиссия) 5
differential blackbody –дифференциальное абсолютно черное тело 13
differential coils – дифференциальные катушки....6
differential leak detector – дифференциальный течеискатель 8
differential measurements – дифференциальные измерения....6
differential Pirani gage.- дифференциальный вакуумметр Пирани....8
differential readout.- дифференциальное считывание....6
differential signal – разностный сигнал 6
differential system – дифференциальная система....6
diffuse indications – диффузные показания 10
diffusion - диффузия....8
digital - цифровой 7
digital image.- цифровое изображение 7
digital image acquisition system – система получения цифрового изображения 7
digital image enhancement – улучшение цифрового изображения 7
digital image processing system – система обработки цифрового изображения....7
digitize (for radiology).- оцифровывать (для радиологии)....7
direct contact magnetization – контактное намагничивание 10
direct exposure imaging –изображение при прямом облучении 11
direct viewing – прямое наблюдение 15
discharge pressure – давление нагнетания....8
discharge tube leak indicator – индикатор течи напорного патрубка 8
discontinuity – несплошность 4
dissociation – разложение 8
distance amplitude compensation – временная регулировка чувствительности....12
distance amplitude response curve – кривая корректировки амплитуда расстояние 12
distance linearity range – диапазон линейности расстояния....12
distribution, amplitude, cumulative (acoustic emission) F(V) – распределение, амплитудное, кумулятивное (акустическая эмиссия) 5
distribution, threshold crossing, cumulative (acoustic emission) Ft(v) – распределение, превышение порога, кумулятивное (акустическая эмиссия) 5
distribution, differential (acoustic emission) amplitude f(V) – распределение, дифференциальное (акустическая эмиссия), амплитудное 5
distribution, differential (acoustic emission) threshold crossing ft(V) – распределение, дифференциальное (акустическая эмиссия), преодоление порога....5
distribution logarithmic (acoustic emission) amplitude g(V) – распределение, логарифмическое (акустическая эмиссия), амплитудное 5
drag out - унос 9
drain time – время слива....9
drift - дрейф....8
dry method – сухой метод 10
dry powder – сухой порошок....10
dry technique – сухая технология....10
drying oven – сушильный шкаф.....9
drying time – время сушки....9
dual search unit – раздельно-совмещенный преобразователь....12
dwell time- время выдержки....9
dynamic leak test – динамическое испытание на утечку 8
dynamic leakage measurement – динамическое измерение течи....8
dynamic range – динамический диапазон 5, 12
dynamic range (for radiology) – динамический диапазон (для радиологии). 7
dynamic sensitivity of leak detector – динамическая чувствительность течеискателя 8
echo – эхо-сигнал....12
eddy current – вихревой ток....6
eddy current testing – токовихревая дефектоскопия 6
edge effect- краевой эффект 6
effective depth penetration (EDP) – эффективная глубина проникновения (ЭГП). 6
effective permeability.- эффективная проницаемость 6
effective velocity – эффективная скорость....5
electrical center – электрический центр цепи 6
electromagnet - электромагнит....10
electromagnetic testing – электромагнитное испытание. 6
electron volt – электрон-вольт....11
electrostatic spraying – электростатическое распыление....9
eluant - элюант....9
emission, burst – акустическая эмиссия, дискретная....5
emission, continuous – акустическая эмиссия, непрерывная 5
emissivity, *e* –коэффициент излучения 13
emulsification time – время эмульгирования. 9
emulsifier - эмульгатор 9
emulsifier, hydrophilic – эмульгатор, гидрофильный....9
emulsifier, lipophilic – эмульгатор, липофильный 9
encircling coils – охватывающие катушки 6
end effect – концевой эффект....6
energy, acoustic emission event – энергия, событие акустической эмиссии 5
energy, acoustic emission signal – энергия, сигнал акустической эмиссии....5
energizing cycle – цикл возбуждения 10
equivalent I.Q.I sensitivity – эквивалентная чувствительность ИКИ 7
equivalent penetrometer sensitivity – эквивалентная чувствительность эталона 7
equivalent nitrogen pressure – эквивалентное давление азота....8
erasable optical medium – стираемая оптическая среда....7
evaluation - оценка....4
examination - контроль 4
examination area – исследуемый участок....5
event acoustic emission event – событие, событие акустической эмиссии....5
event count (Ne).- счет событий....5
event count rate (Ne) – скорость счета событий 5
evaluation threshold – оценочный порог 5
examination medium – контрольная среда 10
examination region – область контроля. 5
exhaust pressure – давление на выходе....8
exhaust tubulation - штенгель 8
exposure – воздействие 14
exposure table- таблица воздействий....7
exposure, radiographic exposure – воздействие, рентгеновское воздействие 7
extended source – расширенный источник 13
facility scattered neutrons – рассеянные в установке нейтроны....11
false indication – ложное показание....4
family - семейство 9
far field – дальняя зона....12
feature extraction – выделение признаков....15
feed-through coils- проходные катушки 6
Felicity effect – эффект фелисити....5
Felicity ratio – коэффициент фелисити 5
ferromagnetic - ферромагнитный....10
ferromagnetic material – ферромагнитный материал 6
fiber optics – волоконная оптика 15
field angle – угловое поле....15
field, bipolar – поле, биполярное 10
field, circular magnetic – поле, круговое магнитное 10
field, longitudinal magnetic – поле, продольное магнитное....10
field, magnetic – поле, магнитное 10
field, magnetic leakage – поле, магнитное, рассеяния....10
field, residual magnetic – поле, остаточное магнитное 10
field, resultant magnetic – поле, результирующее магнитное....10
field of view (FOV) – поле зрения (ПЗ)....13
field strength.- напряженность поля 6
fill factor – коэффициент заполнения....6, 10
film contrast – контрастность пленки....7
film speed.- светочувствительность пленки 7
filter - фильтр....6, 7, 15

filter coefficients – коэффициенты ослабления фильтра 15
first hit location – локация первого хита 5
flash magnetization – мгновенное намагничивание.....10
flash point – температура воспламенения.....10
flaw - дефект. 4
flaw characterization – определение параметров дефектов 4
floating threshold – плавающий порог 5
flooded system – переполненная система.....8
flow - поток 8
flow rate - расход 8
fluorescence – свечение 7, 9, 10
fluorescent examination method – метод лю
минесцентной дефектоскопии 10
fluorescent magnetic particle inspection –
магнитно-люминесцентная дефектоскопия 10
fluorescent screen.- люминесцентный экран 7
fluoroscopy- рентгеноскопия.....7
flux density, magnetic – плотность потока, магнитная.....10
flux leakage field – поле рассеяния потока.....10
flux lines – линии магнитной индукции.....10
flux penetration – проникновение потока.....10
focal spot – фокальное пятно.....7
focused beam – сфокусированный луч 12
fog- вуаль.....7
fog density – плотность вуали 7
footcandle – фут-кандела 9
fore-line – форвакуумная линия.....8
fore-line valve – клапан форвакуумной линии 8
forepressure – выпускное форвакуумное давление.....8
fore pump – форвакуумный насос.....8
forward scattered radiation – прямое рассеянное излучение.....7
frequency - частота 6
frequency (fundamental) – частота (основная) 12
frequency (inspection) – частота (технических осмотров).....12
frequency (pulse repetition) – частота (повторения импульсов).....12
fringe – интерференционная полоса.....14
FRP – пластик, армированный волокном (ПАВ).....5
full-wave direct current (FWDC) – двухполупериодный
постоянный
ток (ДППТ) 10
furring - ощетинивание 10
gage pressure – манометрическое давление.....8
gamma (γ) – гамма-частицы 11
gamma ray – гамма-лучи.....7,11
gamma-radiography –радиография гамма-лучами.....7
gap scanning – УЗК-тестирование на монолитность 12
gas - газ 8
gate – строб-импульс.....6, 12
gaussmeter - гауссметр 10
gaussmeter (electric) – гауссметр (электрический).....10
geometric unsharpness.- геометрическая нерезкость.....7
glare - блик 15
glossmeter - глоссметр 15
graininess - зернистость 7
grazing incidence – скользящее падение.....12
half-life – период полураспада.....7, 11
half-value layer – слой полупоглощения 7,11
half-value thickness – толщина полупоглощения 7
half-wave current (HW) – однополупериодный ток (ОПТ) 10
halogen - галоген.....8
halogen leak detector – галоидный течеискатель. 8
harmonic analysis.- гармонический анализ 6
harmonic distortion – гармоническое искажение.....6
harmonics - гармоника.....12
helium bombing – гелиевая бомбардировка.....8
helium drift – гелиевый дрейф.....8
helium leak detector – гелиевый течеискатель. 8
hermetically tight seat – герметичное гнездо.....8
high-amplitude threshold – высокоамплитудный порог 5
high-vacuum - высоковакуумный 8
hit – хит.....5
holding pump – насос поддержания давления 8
holography (acoustic) – голография (звуковая).....12
holography (optical) – голография (оптическая).....14
hood test – поиск течи колпачковым методом 8
hot-cathode ionization gage – электронный ионизационный
вакуумметр.....8
hot-filament ionization gage – электронный ионизационный
вакуумметр.....8
hydraulic pressure test - гидравлическое испытание под
давлением 8
hydrophilic emulsifier – гидрофильный эмульгатор.....9
hydrostatic test – гидравлическое испытание под давлением.....8
hysteresis - гистерезис.....10
IACS. - МАКО.....6
ID coil – внутренняя катушка. 6
ideal gas – идеальный газ.....8
illuminance - освещенность.....15
image data file – файл данных изображения 7
image definition – резкость изображения.....7
image processing – обработка изображения 7
image quality indicator – индикатор качества изображения.....11
image quality indicator (IQI) – индикатор качества
изображения (ИКИ).....7
imaging line scanner – сканер строчного изображения 13
immersion rinse – промывание погружением.....9
immersion testing- испытание погружением.....12
impedance – полное сопротивление. 6
impedance (acoustic) – полное сопротивление (акустическое).....12
impedance analysis.- анализ полного сопротивления 6
impedance plane diagram – схема плоскости полных
сопротивлений 6
imperfection - недостаток 4
infrared reflector – инфракрасный отражатель 13
infrared sensing device – инфракрасный датчик.....13
infrared thermographer – инфракрасный термографический
копировальный аппарат 13
in-leakage rate – скорость натекания 8
incremental permeability – импульсная магнитная
проницаемость 6
indication - показание.....4, 7, 12
indications- показания.....6
indirect exposure – косвенное воздействие.....11
indirect magnetization – косвенное намагничивание 10
induced current method – метод наведенного тока.....10
induced field – наведенное поле.....10
infrared imaging system – инфракрасная система
формирования изображения.....13
inherent fluorescence – собственное свечение 10
initial permeability – начальная проницаемость 6
initial pulse – начальный импульс 12
inlet- впуск 8
inlet flange – впускной фланец.....8
inlet port – впускной канал.....8
inserted coil – вставная катушка 6
inside coil.- внутренняя катушка 6
inside-out testing – испытание «изнутри наружу» 8
inspection – проверка, контроль 4, 9
inspection medium – контрольная среда.....10
instantaneous field of view – мгновенное поле зрения 13
instrumentation dead time – время отсутствия
чувствительности прибора контроля.....5
intensifying screen – усиливающий экран.....7
interface – граница сопряжения 12
interference - интерференция 14
interval, arrival time (A_m) – интервал, время поступления..... 5
interpretation.- толкование 4
ion pump.- ионный насос.....8
ion source –источник ионизации 8
ionization potential. – потенциал ионизации.....8
ionization vacuum gage.- ионизационный вакуумметр 8
IQI sensitivity.- чувствительность ИКИ.....7
irradiance, E – энергетическая освещенность 13
isolation test – испытание отключением 8
Kaiser effect.- эффект Кайзера 5
keV (kilo electron volt) – кэВ (килоэлектронвольт) 7
Krypton 85 – криптон 85.....8

kV (kilo volt) – кВ (киловольт)....7
L/D ratio – отношение L/D 11
Lamb wave – волна Лэмба 12
latent image – скрытое изображение....7
lead screen – свинцовый экран 7
leak- утечка, течь 8
leak artifact – артефакт утечки. 8
leak detector.- течеискатель 8
leakage field – поле утечки 10
leakage rate – скорость утечки 8
leak testing – испытание на течи 8
leeches - присоски....10
lift-off effect.- эффект отрыва....6
light - свет....15
light intensity – сила света....10
limiting resolution – предельное разрешающая способность....13
linear accelerator – линейный ускоритель 7
linear attenuation coefficient – линейный коэффициент затухания 11
linearity (amplitude) – линейность (амплитуды)....12
linearity (time or distance) – линейность (времени или расстояния) 12
line pair test pattern.- тестовый набор пары прямых 7
line pairs per millimetre.- пары прямых на миллиметр....7
line scanner – линейный сканер....13
lines of force – силовые линии 10
lipophilic emulsiiier – липофильный эмульгатор....9
liquid penetrant examination – дефектоскопия методом проникающих жидкостей....9
local magnetization – локальное намагничивание 10
location, accuracy.- локация, точность....5
location, cluster – локация, групповое 5
location, computed.- локация, рассчитанное 5
location, continuous – локация, непрерывное....5
location marker.- маркер расположения 7
location source – базовый источник 5
location zone – зона расположения 5
logarithmic (acoustic emission) amplitude distributing g(V) – логарифмическая функция (акустическая эмиссия) амплитудного распределения 5
longitudinal magnetization – продольное намагничивание 10
longitudinal wave – продольная волна....12
loss of back reflection – потеря отражения от задней стенки 12
low-amplitude threshold.- низкоамплитудный порог....5
low-energy gamma radiation – гамма-излучение малой энергии 7
low-energy photon radiation – фотонное изучение малой энергии 11
low vacuum – низкий вакуум....7
lumen - люмен....15
luminance - яркость 15
luminosity.- яркость 7
lusec - люсек....8
mA (milli ampere) – мА (миллиампер) 7
magnet, permanent – магнит, постоянный....10
magnetic field – магнитное поле....10
magnetic field indicator – индикатор магнитного поля 10
magnetic field meter - магнитометр....10
magnetic field strength – напряженность магнитного поля 10
magnetic history.- предыстория намагничивания....6
magnetic hysteresis – магнитный гистерезис 10
magnetic leakage flux – рассеяние магнитного потока 6
magnetic particle examination – магнитопорошковая дефектоскопия....10
magnetic particle field indicator – индикатор магнитного поля частиц 10
magnetic particle examination flaw indications – показания дефектов при магнитопорошковой дефектоскопии....10
magnetic particles – магнитные частицы 10
magnetic pole – магнитный полюс....10
magnetic saturation – магнитное насыщение 6
magnetic storage medium – магнитный носитель (информации)....7
magnetic writing – магнитная запись....10
magnetization, circular – намагничивание, круговое....10
magnetization, longitudinal – намагничивание, продольное....10
magnetizing current – ток намагничивания 10
magnetizing force – намагничивающая сила 10
markers - маркеры 12
masking.- маскирование 8
mass attenuation coefficient – массовый коэффициент затухания . 11
mass number – массовое число 8
mass spectrometer (M.S.) – масс-спектрометр (МС) 8
mass spectrometer leak detector – масс-спектрометрический течеискатель 8
mass spectrum – спектр масс 8
mean free path – средняя длина свободного пробега....8
medium vacuum.- средний вакуум....8
meV (mega or million electron volts).- меВ (мега или миллион электровольт) 7
micro focus X-ray tube – микрофокусная рентгеновская трубка...12
micrometre - микрометр....8
micron - микрон....8
micron of mercury – микрон ртутного столба 8
millimetre of mercury – миллиметр ртутного столба....8
minifocus X-ray tube – минифокусная рентгеновская трубка 12
minimum detectable leakage rate – минимальная обнаруживаемая скорость утечки....8
minimum detectable temperature difference (MDTD) – минимальная обнаруживаемая разность температур (МОРТ) 13
minimum resolvable temperature difference (MRTD) – минимальная разрешимая разность температур (МРРТ)....13
mode – мода, тип 12
mode conversion – преобразование мод....12
moderator - замедлитель 11
modulation analysis – модуляционный анализ....6
modulation transfer function (MTF) – модуляционная передаточная функция (МПФ)....13
molecular flow – молекулярное течение 8
molecular leak – молекулярная утечка 8
monochromatic - монохроматический....14
monochromator - монохроматор 15
multidirectional magnetization – намагничивание в различных направлениях 10
multiple back reflections – многократное тыльное отражение 12
multiple reflections – многократное отражение....12
MV (mega or million volt) – МВ (мега или миллион вольт) 7
NC – содержание нейтронов....11
near field – поле в ближней зоне....12
near surface discontinuity – приповерхностная неоднородность ...10
net density – чистая плотность 7
neutron - нейтрон....11
neutron radiography – нейтронная радиография....7, 11
newton (N) - ньютон....8
noise - шум 6, 7, 12
noise equivalent temperature difference (NETD) – эквивалентная разность шумовых температур (ЭРШТ) 13
nonerasable optical data.- нестираемые оптические данные....7
nonrelevant indication – незначимое показание....4
nonscreen-type film (direct-type film).- нерастрированная пленка (прямая пленка)....7
noncondensable gas – неконденсирующийся газ....8
nonferromagnetic material – неферромагнитный материал 6
normal incidence (also see straight beam) –перпендикулярное падение (см. также прямой луч)....12
normal permeability – нормальная магнитная проницаемость 6
nuclear activity.- ядерная активность 7
object beam – объектный луч 14
object beam angle – угол ориентации объектного луча....14
object-film distance – расстояние от объекта до пленки....7
object plane resolution – разрешение объекта в плоскости 13
object-scattered neutrons – рассеянные по объекту нейтроны 11
occlusion - окклюзия 8
off-line testing – автономное испытание....6
on-line testing.- оперативное испытание....6
operating pressure – рабочее давление....5
optical line pair test pattern.- тестовая комбинация пары оптических прямых 7
optical density – оптическая плотность....7
optimum frequency – оптимальная частота....6
outgassing - дегазация 8

outlet pressure – давление на выходе 8
overall magnetization – полное намагничивание 10
overemulsification – чрезмерное эмульгирование 9
overload recovery time – время восстановления после перегрузки .5
overwashing – чрезмерное промывание 9
P 11
pair production – рождение пар 7, 11
palladium barrier leak detector – течеискатель палладиевого барьера....8
paramagnetic material – парамагнитный материал 6
partial pressure – парциальное давление 8
pascal (Pa) – паскаль (Па) 8
pascal cubic metres per second – паскаль-метр в кубе на секунду ...8
path length – длина пути 14
path length difference разность длин путей 14
pencil beam – узкий луч 7
penetrameter.- эталон чувствительности 7
penetrameter sensitivity – чувствительность эталона 7
penetrant.- проникающий материал 9
penetrant comparator – компаратор проникающего материала....9
penetrant, fluorescent.- проникающий материал, флуоресцентный....9
penetrant, post emulsifiable - проникающий материал, постэмульгируемый....9
penetrant, solvent-removable.- проникающий материал, удаляемый растворителем 9
penetrant, visible - проникающий материал, видимый 9
penetrant, water-washable - проникающий материал, водосмываемый....9
penetration time – время проникновения....9
Penning gage – вакуумметр Пеннинга....8
perfect gas – идеальный газ 8
performance check, AE system.- проверка эксплуатационных характеристик, система ИЗ....5
permanent magnet – постоянный электромагнит....10
permeability - проницаемость....10
permeability coefficient – коэффициент проницаемости 8
permeability, a-c. – проницаемость, переменный ток 6
permeability, d-c – проницаемость, постоянный ток. 6
phase analysis.- фазовый анализ....6
phase angle.- фазовый угол 6
phase detection.- фазовое обнаружение 6
phase hologram - фазовая голограмма 14
phase-sensitive system.- фазочувствительная система 6
phase shift.- фазовый сдвиг....6
Phillips ionization gage – ионизационный манометр Филипса 8
photostimulable luminescence – фотостимулируемая люминесценция 7
photostimulable luminescent phosphor.- фотостимулируемый люминесцентный фосфор 7
photo fluorography.- фотофлюорография 7
phosphor – фосфор 7
Pirani gage – вакуумметр Пирани....8
pixel - пиксел....7
pixel, display size.- пиксел, размер изображения на экране....7
pixel size – размер пикселя. 7
plate wave – анодная волна....12
point signal overload – перегрузка точечного сигнала 5
point source – точечный источник 13
Poiseuille flow – поток Пуазейля 8
pole - полюс....10
polymer technique – полимерная технология....10
pooling – скопление....9
post cleaning.- последующая очистка....9
post emulsification –последующее эмульгирование....9
powder - порошок....10
powder blower – воздуходувка для порошкообразных продуктов....10
precleaning – предварительная очистка 9
pressure, design – давление, расчетное....5
pressure difference – перепад давлений 8
pressure dye test.- цветная дефектоскопия под давлением....8
pressure-evacuation test.- испытание вакуумированием 8
pressure probe – зонд 8
pressure testing.- испытание под давлением 8
primary radiation – первичное излучение....7
probe - зонд 8, 12
probe coil – зондовая катушка 6
probe coil clearance.- просвет зондовой катушки....6
probe gas – зондовый газ 8
probe test – проверка с использованием зонда....8
process control radiograph – рентгенограмма управления технологическим процессом 11
processing capacity – производительность обработки....5
processing speed.- скорость обработки....5
processor.- процессор....5
prods – щупы....10
proportioning probe – дозирующий зонд 8
pulse - импульс 12
pulse echo method – эхо-импульсный метод 12
pulse length – длительность импульса 12
pulse repetition rate – частота повторения импульсов 12
pulse tuning –настройка импульсов....12
pump-down time – время откачки 8
pump-out tubulation – штенгель для откачивания....8
quick break – быстрое размыкание....10
radiance - излучение....13
radiant exitance – энергетическая светимость 13
radiant flux; radiant power, Фе – поток излучения, мощность излучения....13
radio frequency (r-f) display – дисплей радиочастот 12
radiograph - рентгенограмма 7, 11
radiographic contrast – контрастность рентгенограммы....7
radiographic equivalence factor.- радиографический коэффициент эквивалентности 7
radiographic exposure – рентгенографическое воздействие....7
radiographic inspection – гамма-дефектоскопия....7, 11
radiographic quality – качество рентгеновского излучения 7
radiographic sensitivity – чувствительность к рентгеновскому излучению 7
radiography - радиография....7, 11
radioisotope leak test system.- система испытания на утечку радиоактивных изотопов....8
radiological examination – радиологический контроль....7, 11
radiology - радиология 7, 11
radiometer - радиометр....13
radioscopic inspection – радиологический контроль....12
radioscopy - радиоскопия....7, 11
range - диапазон....12
range, dynamic.- диапазон, динамический....5
rare earth screens –экраны из редкоземельных металлов....7
rate event count (Ne) – счет скорости, событий....5
rate of rise – скорость нарастания 8
Rayleigh wave – волна Рэлея....12
real image – действительное изображение 14
real-time radioscopy – радиоскопия в реальном времени 7, 11
rearm delay time – время задержки перезарядки 5
recording media – носители записи....7
recording medium – носитель записи....7
recording medium – носитель записи....14
recovery time – время восстановления....6
reference beam – опорный луч 14
reference beam angle – угол опорного луча 14
reference block – контрольный образец 12
reference coil – эталонная катушка....6
reference standard – стандартный образец 6
reflectance – отражательная способность....13
reflected temperature – отраженная температура 13
reflection - отражение 12, 15
reflector - отражатель....12
reject (suppression) – подавлять (гашение) 12
rejection level.- уровень подавления....6
relevant indication – значимое показание....4
representative quality indicator (RQI) - репрезентативный эталон чувствительности 7

residual magnetic field – остаточное магнитное поле....10
residual technique – остаточный метод....10
resistance (to flow) –сопротивление (потоку)....8
resolution - разрешение....12
resonance method – резонансный метод....12
response factor – коэффициент срабатывания....8
response time – время срабатывания....8
resultant field – результирующее поле....10
retentivity – остаточная намагниченность....10
ring-down count –счет прямого вызова....5
rinse – промывать водой....9
roughing – черновая обработка....8
roughing line – форвакуумная линия....8
roughing pump – форвакуумный насос....8
S....11
sampling probe.- зонд для отбора проб....8
saturation - насыщение....12, 15
saturation level – уровень насыщения....12
saturation, magnetic – насыщение, магнитное....10
scanning - сканирование....12
scanning index – показатель сканирования....12
scattered energy – рассеянная энергия....12
scattered neutrons – рассеянные нейтроны....11
scattering - рассеивание....8,12
Schlieren system – шлирен - система....12
scintillators and scintillating crystals.- сцинтилляторы и сцинтиллирующие кристаллы....7
screen - экран....7
SE probe – сдвоенный преобразователь....12
search unit – искатель....12
search-gas – поисковый газ....8
secondary radiation – вторичное излучение....7
selectivity - избирательность....6
sensitivity - чувствительность....7, 8, 10, 12
sensitivity control.- регулирование чувствительности....6
sensitivity of leak test – чувствительность испытание на течи....8
sensitivity value – значение чувствительности....11
sensor acoustic emission – акустическая эмиссия датчика....5
step-wedge comparison film – контрольная пленка с градацией почернения (со ступенчатым оптическим клином)....7
shadow - тень....12
shear wave – сдвиговая волна....12
shear wave search unit (Y cut quartz search unit) – искатель с волной сдвига (кварцевый искатель параллельного сдвига)....12
shim - прокладка....7
shot - импульс....10
signal.- сигнал....7
signal, acoustic emission (emission signal) – сигнал, излучения звука (сигнал излучения)....5
signal amplitude, acoustic emission – амплитуда сигнала, излучение звука....5
signal gradient – градиент сигнала....6
signal overload level – уровень перегрузки сигнала....5
signal overload point – точка перегрузки сигнала....5
signal-to-noise ratio – соотношение сигнала и шума....6, 12
signature, acoustic emission (signature) – сигнатура, акустическая эмиссия (сигнатура)....5
skin depth.- глубина скин - слоя....6
skin effect – скин-эффект....6, 10
skip distance – ширина зоны молчания....12
sniffing probe – зонд для отбора проб....8
solenoid – катушка индуктивности....10
solvent remover – растворитель....9
sorption - - сорбция....8
source - источник....7
source of stimulated acoustic emission.- источник вынужденного акустической эмиссии....5
source-film distance – расстояние от источника до пленки....7
spark coil leak detector – искровой течеискатель....8
spatial frequency – пространственная частота....13
speckle - спекл....14
spectrometer tube – трубка спектрометра....8
speed effect.- скоростной эффект....6
spray probe.- струйный щуп....8
squealer- звуковой сигнализатор....8
standard - стандартный....6
standard depth of penetration – стандартная глубина проникновения....6
standard depth of penetration (SDP)- стандартная глубина проникновения (СГП)....6
standard leak.- стандартная утечка....8
standard leakage rate – стандартная скорость утечки....8
standardization, instrument – градуировка, КИП....4
step wedge – ступенчатый клин....7
step-wedge calibration film – эталонная пленка со ступенчатым клином....7
step-wedge comparison film – контрольная пленка со ступенчатым клином....7
stimulation - стимуляция....5
storage phosphor imaging plate.- люминофорный экран с запоминанием изображения....7
straight beam – прямой луч....12
subject contrast.- контраст объекта....7
subsurface discontinuity – приповерхностная несплошность....10
summing amplifier (summer, mixer)- суммирующий усилитель (сумматор, смеситель)....5
suppression - гашение....12
surface wave – поверхностная волна....12
surge magnetization – волновое намагничивание....10
suspension - приостановка....10
sweep - развертка....12
swept gain – временное усиление....12
swinging field – поворотное поле....10
system examination threshold – порог контроля системы....5
system induced artifacts.- артефакты, наведенные системой....7
system noise.- системный шум....7
target - цель....7
temperature envelope – огибающая температуры....9
tenth-value-layer (TVL) – слой с десятым значением.....7
test coil – испытательная катушка....6
test frequency – испытательная частота....6
testing, ultrasonic – испытание, ультразвуковое....12
test piece – испытательный образец....10
test quality level.- уровень качества испытания....6
test ring – испытательное кольцо....10
test surface – испытательная поверхность....12
thermal conductivity vacuum gage – термоэлектрический вакуумметр....8
thermalization - термализация....11
thermalization factor – коэффициент термализации....11
thermal neutrons – тепловые нейтроны....11
thermal resolution – тепловое разрешение....13
thermocouple gage – термоэлектрический манометр....8
thermogram - термограмма....13
thermography, infrared – термография, инфракрасная....13
three way sort.- трехстороння сортировка....6
threshold level – пороговый уровень....6
threshold setting – регулировка порога....6
threshold voltage – пороговое напряжение....5
throttling - дросселирование....8
through transmission technique – метод сквозного прохождения....12
through-coil technique – метод пропускания сквозь катушку....10
throughput.- пропускная способность....8
tight.- герметичный....8
time, overload recovery – время, восстановление после перегрузки....5
time, rearm delay – время, задержка перезарядки....5
tomography – томография....12
torr - торр....8
total cross-section – общее поперечное сечение....11
total image unsharpness- общая нерезкость изображения....7
tracer gas – пробный газ....8
tracer probe leak location – определение места утечки с помощью индикаторного зонда....8
transducer - преобразователь....6, 12

transducer, acoustic emission – преобразователь, акустическая эмиссия 5
transition flow- переходной поток....8
translucent base media- прозрачная основная среда 7
transmission densitometer – денситометр для измерения в проходящем свете 7
transmittance – коэффициент прохождения....13
transmitted film density –плотность пленки 7
transverse wave – поперечная волна 12
true attenuation – истинное затухание 12
true continuous technique – истинная непрерывная технология 10
tube current- поток в трубке....7
two-way sort- двухсторонняя сортировка 6
ultra high vacuum – сверхвысокий вакуум....7
ultrasonic - ультразвуковой....12
ultrasonic leak detector – ультразвуковой течеискатель....8
ultrasonic noise level – уровень ультразвукового шума....12
ultrasonic spectroscopy – ультразвуковая спектроскопия....12
vacuum - вакуум 8
vacuum cassette –вакуумная кассета 7, 11
vacuum testing – испытание в вакууме....8
vapor pressure – давление насыщенного пара 8
vee path – V- образный путь....12
vehicle - носитель 10
verification, AE system –контрольная проверка, система АЭ....5
vertical limit – ограничение по вертикали....12
very high vacuum- очень высокий вакуум 7
vibrothermography - виботермография....13
video presentation – видеопредставление....12
virtual image – мнимое изображение....14
virtual leak – мнимая утечка....8
viscosity - вязкость....9
viscous flow – вязкое течение 8
viscous leak – вязкая утечка 8
visibility - видимость....15
visible light – видимый свет 9, 10
visual adaptation- адаптация зрения....9
visual field – поле зрения....15
voltage threshold – порог напряжения 5
wash - мыть....9
water break test –испытание воды на разделение....10
water path – водный путь 12
water tolerance- допуск на воду 9
wave front – фронт волны....12
wave guide, acoustic emission – волновод, акустическая эмиссия....5
wave train – серия волн....12
wedge – клин, призма 12
wet slurry technique – технология влажной суспензии....10
wet technique – влажная технология 10
wetting action- смачивающее действие 9
wheel search unit – катящийся искатель....12
white light – белый свет 10, 15
wobble - качание....6
wrap around – наложение....12
yoke – ярмо 10
yoke magnetization – намагничивание при помощи ярма....10
zone - зона. 5
zone location – локация зоны 5

СТАТЬЯ 31
СТАНДАРТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ТИПОВАЯ МЕТОДИКА ДЕФЕКТОСКОПИИ СВАРНЫХ ШВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

SE-2261

(Аналогичен Спецификации ASTM E 2261-03)

1. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Данная методика описывает порядок проведения дефектоскопии сварных швов на наличие исходных несплошностей поверхности и несплошностей, вызванных эксплуатацией, с использованием технологии измерения поля переменного тока.

1.2 Данная методика предназначена для применения в отношении сварных швов на любом металлическом материале.

1.3 Данная методика не устанавливает никакие критерии приемки сварных швов.

1.4 Значения, указанные в традиционной американской системе единиц или в единицах системы СИ следует рассматривать в качестве стандартных значений по отдельности. Значения каждой из систем могут не быть точными эквивалентами, таким образом, системы измерения должны использоваться по отдельности.

1.5 В настоящем стандарте не рассматриваются вопросы обеспечения техники безопасности, если таковые имеются, связанные с его применением. Пользователь настоящего стандарта несет ответственность за внедрение соответствующих систем охраны труда и техники безопасности и определение пригодности ограничений, указанных в руководящих документах, до начала использования настоящего стандарта.

2 СПРАВОЧНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

2.1 *Стандарты Американского Общества по Испытанию Материалов(ASTM):*

E 543 Practice for Agencies Performing Nondestructive Testing (Методика для организаций, проводящих НРК.)

E 1316 Terminology for Nondestructive Examinations (Терминология НРК)

2.2 *Стандарты Американского общества специалистов по неразрушающим испытаниям (ASNT):*

SNT-TC-1A Personnel Qualification in Nondestructive Testing (Квалификация персонала, проводящего неразрушающие испытания)

ANSI/ASNT-CP-189 Standard for Qualification and Certification of Nondestructive Testing Personnel (Стандарта по квалификации и аттестации персонала, проводящего неразрушающие испытания)

3. ТЕРМИНОЛОГИЯ

3.1 Общие определения терминов, используемых в данной методике, представлены в документе Terminology E 1316, Раздел A, Общие Термины НРК, и Раздел C, Электромагнитные испытания.

3.2 Определения*:*

3.2.1 *Возбудитель* — устройство, создающее переменное по времени электромагнитное поле, как правило, катушка переменного тока; также упоминаемый как передатчик.

3.2.2 *Датчик* — одна или несколько катушек или элементов, используемых для определения или измерения магнитного поля; также известен как приемник.

3.2.3 *Однородное поле* — в отношении к неразрушающим испытаниям участок однородного магнитного поля над поверхностью испытываемого материала, образованный параллельным наведенным переменным током, пропускаемым через шов, и определяемый вне последовательного соединения катушки-возбудителя. Поле однородно на поверхности, однако при увеличении глубины его напряженность снижается по экспоненте.

3.2.4 *Измерение поля переменного тока* — неразрушающий метод дефектоскопии, измеряющий изменения в приложенном однородном переменном электромагнитном поле с целью определения и описания несплошностей.

3.3 *Определения специальных терминов, относящихся непосредственно к данному Стандарту:*

3.3.1 *Система измерения поля переменного тока* — электронные КИП, программное обеспечение, зонды и все сопутствующие компоненты и кабели, необходимые для дефектоскопии сварных швов с использованием технологии измерения поля переменного тока.

3.3.2 *Рабочий калибровочный блок* — эталон с искусственно созданными канавками, используемый для подтверждения эксплуатационных параметров и обозначения чувствительности при определении несплошностей.

3.3.3 B_x — составляющая магнитного поля по оси x, параллельная кромке лицевой поверхности шва, величина которой пропорциональна плотности тока электрического поля.

3.3.4 B_z — оставляющая магнитного поля по оси z, перпендикулярная кромке лицевой поверхности шва, значение которой пропорционально кривой тока на плоскости x-y.

3.3.5 *Диаграмма X-Y* — график по осям X-Y с двумя ортогональными составляющими магнитного поля, изображаемыми друг напротив друга.

3.3.6 Временные диаграммы—указывают на соотношения величин B_x или B_z *со* временем.

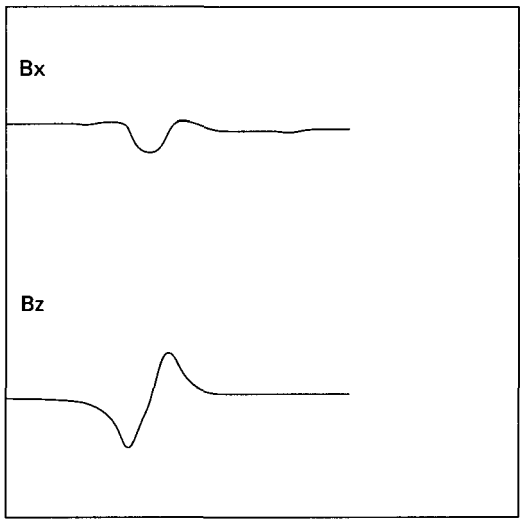
3.3.7 Объемное графическое изображение — используется с матрицами зондов. Отображает одну составляющую магнитного поля на каком-либо участке, в основном в виде цветного контурного графика или трехмерное каркасное изображение.

3.3.8 *скорость выборки данных* — скорость оцифровки данных в отношении изображения и регистрации; количество в секунду.

4. СВОДКА МЕТОДИК

4.1 При использовании базовой системы измерения поля переменного тока небольшой зонд перемещают вдоль кромки лицевой поверхности шва. Зонд включает катушку - возбудитель, наводящую магнитное поле переменного тока на поверхность материала по направлению сварного шва, что, в свою очередь, обеспечивает прохождение равномерного переменного тока через шов перпендикулярно кромке его лицевой поверхности. Глубина проникновения данного тока зависит от типа материала и частоты, но в основном составляет 0,004 дюйма. [0,1 мм] для магнитных материалов и 0,08-0,3 дюйма [2-7 мм] для цветных материалов. Любая несплошность поверхности в пределах 0,4 дюйма [10 мм] с любой стороны линии сканирования на данном участке вызовет нарушение или прерывание потока отраженного однородного электромагнитного поля. Измерения абсолютных величин двух основных составляющих магнитных полей поверхности *(B_x* и *B_z)* определяют степень помех (см. Рис. 1) и, таким образом, степень несплошности. Размеры несплошности, глубина и длина трещины, могут быть рассчитаны по основным точкам кривых B_x и B_z вместе с данными калибровки и установочными параметрами КИП каждого отдельного зонда. Определение размеров несплошности производится автоматически с помощью системного программного обеспечения.

РИС. 1 ТИПОВЫЕ КРИВЫЕ B_X И B_Z В МОМЕНТ ПРОХОДА ЗОНДА НАД ТРЕЩИНОЙ



4.2 Данные калибровки и установочные параметры оборудования определяют на заводе и хранят в файле, загружаемом до начала дефектоскопии. Поверку чувствительности системы проводят с помощью рабочего эталонного блока. Чувствительность системы проверяют и фиксируют до начала дефектоскопии и с регулярными интервалами в процессе работы. Следует заметить, что при приложении однонаправленного входного тока, любое падение напряженности входного поля при отрыве зонда или тонком слое покрытия относительно невелико, и, таким образом, колебания выходного сигнала (которые могут быть связаны с наличием несплошности) снижаются. При толстом слое покрытия - более 0,04 дюйма [1 мм], необходимо учесть его толщину при определении размеров несплошности. Это может быть выполнено по таблицам измерения несплошностей в системном программном обеспечении. В случае использования неверных данных о толщине покрытия, если несоответствие составляет 0,04 дюйма [1 мм] или более, могут возникнуть неточности при оценке глубины. Так как электрический ток направлен перпендикулярно кромке лицевой поверхности шва, то в данном направлении отсутствуют помехи, и на границе ввиду изменения магнитной проницаемости показание несплошностей не возникнет. При регистрации данных возможна архивация и последующий возврат к участку каждого шва. Оценка результатов исследования может быть проведена во время исследования или позже. Оператор НРК составляет отчет об исследовании с детальным и полным изложением результатов исследования.

5. ЗНАЧИМОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ

5.1 Целью метода измерения поля переменного тока является исследование швов на участке кромки лицевой поверхности на предмет несплошностей поверхности, например, усталостные трещины. Результаты исследования могут быть в дальнейшем использованы компетентными организациями для оценки срока службы швов или других технических характеристик (вне сферы применения данной методики).

5.2 *Сравнение со стандартным методом дефектоскопии вихревыми токами.* Стандартные катушки для дефектоскопии вихревыми токами, как правило, воспринимают поле от шва в непосредственной близости излучающего элемента, тогда как зонды измерения поля переменного тока воспринимают магнитное поле шва, удаленного от возбудителя.

6. ОСНОВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

6.1 Квалификация персонала.

6.1.1 Персонал, проводящий подобные исследования, должен иметь квалификацию согласно национальным стандартам или методикам аттестации персонала по Неразрушающему Контролю, например, стандартам ANSI/ ASNT-CP-189 или SNT-TC-1A, или подобным документам и иметь разрешения работодателя или уполномоченного представителя, если это предусмотрено условиями контракта.

6.2 Аттестация учреждений, проводящих оценку результатов неразрушающих испытаний. Подобные организации, если это предусмотрено условиями контракта, должны быть аттестованы и утверждены в соответствии с документом Practice E 543 со ссылкой на разделы по электромагнитной дефектоскопии. Применяемая редакция Practice E 543 должна быть обозначено в контрактном соглашении.

7. ОБЪЕМ РАБОТЫ И ТРЕБОВАНИЯ

7.1 Относительно **с**ледующих позиций может потребоваться одобрение проверяющей стороны и их заказчика, что должно быть указано в контракте или соответствующей документации:

7.1.1 Расположение и тип сварного элемента, проходящего дефектоскопию, технические нормы на проектирование, данные по износу, результаты предыдущих неразрушающих исследований, данные о техническом обслуживании, режимы обработки и особые типы несплошностей, которые следует выявить, если о них имеется информация.

7.1.2 Максимальный удобный момент для работы. (При определении небольших несплошностей может потребоваться более низкая скорость сканирования зондом, что повлияет на производительность.)

7.1.3 Размеры, тип и класс материала, конфигурацию швов.

7.1.4 Сведения о нумерации швов или системе их обозначения.

7.1.5 Объем исследования - например: полное или выборочное, какие швы и на какую длину, только ли прямые сечения, минимальная кривизна поверхности.

7.1.6 Средства доступа к сварным швам и участки, на которых доступ может быть ограничен.

7.1.7 Тип КИП и зонда для измерения поля переменного тока; и описание используемого калибровочного блока, включая информацию о размерах и материале.

7.1.8 Требуемая квалификация и аттестация оператора.

7.1.9 Необходимая чистота шва.

7.1.10 Внешние **у**словия, оборудование и подготовка, входящие в сферу ответственности заказчика; возможные источники шума, способные помешать исследованию.

7.1.11 Дополнительные методы и приемы, которые могут быть использованы для получения дополнительной информации.

7.1.12 Критерии приемки, которые следует использовать при оценке несплошностей.

7.1.13 Решения по отчетам о результатах исследования и эталоны.

7.1.14 Форма и приблизительное содержание отчета об исследовании.

8. НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ФАКТОРЫ

8.1 Данный раздел описывает позиции и условия, способные помешать измерению поля переменного тока.

8.2 *Свойства материала:*

8.2.1 Несмотря на существующие различия в магнитной проницаемости ферромагнитного материала между наплавленным металлом, материалом зоны термического влияния и базовым металлом, зонд обычно перемещают вдоль кромки лицевой поверхности шва и, таким образом, проходит вдоль линии относительно постоянной магнитной проницаемости. Если зонд двигается поперек шва, то изменения магнитной проницаемости могут вызвать появление показания, подобного тому, которое возникает при наличии несплошностей. Разницу между сигналом поперечной трещины и сигналом от шва можно определить, продолжив сканирование параллельно несплошности. Сигнал от трещины затухнет быстро. При отсутствии значительных изменений амплитуды показания на расстоянии 0,8 дюйма [20 мм] от шва, скорее всего, данное показание свидетельствует об изменениях магнитной проницаемости в сварном шве.

8.3 *Состояние намагниченности*

8.3.1 *Размагничивание.* Необходимо убедиться в том, что исследуемая поверхность не намагничена. Таким образом, если перед исследованием проводились иные процедуры с магнитным оборудованием, то поверхность необходимо размагнитить после данных процедур. Это связано с тем, что участки с остаточной намагниченностью, в особенности те, где располагался стержень станины магнита для магнитопорошковой дефектоскопии, могут создавать пели на графике X-Y, которые можно спутать с показанием несплошностей.

8.3.2 *Шлифовальные метки.* На магнитную проницаемость также влияют следы обработки поверхности, такой как

шлифование. Вследствие этого могут возникать локальные участки с измененной магнитной проницаемостью по линии направления сканирования. Оператор зонда всегда указывает в отчете размер и сжатие любых шлифовальных меток, поскольку они могут вызвать серьезные изменения в показаниях B_x и B_z, которые можно перепутать с показанием несплошностей. Если имеется подозрение на наличие несплошности в области шлифования, следует продолжить сканирование параллельно, однако вне кромки лицевой поверхности шва. Показание от линейной несплошности быстро исчезнет по мере удаления от участка расположения несплошности, таким образом, сканирование на расстоянии от кромки лицевой поверхности сварного шва будет характеризоваться меньшими скачками. При отсутствии значительных изменений в показании на расстоянии 0,8 дюймов [20 мм] от шва, показание, скорее всего, вызвано шлифовальными метками.

8.4 Может иметь место остаточное напряжение, с соответствующими изменениями магнитной проницаемости, с подобным, но гораздо меньшим влиянием, в отличие от шлифования.

8.5 *Роликовые швы*

8.5.1 Роликовые швы, расположенные вдоль линии сканирования, также обеспечивают высокие показания на кривых B_x и B_z, и их влияние может быть перепутано с показанием несплошности. В данном случае используется та же процедура, что и в случае со шлифовальными метками и сканированием вдали от зоны воздействия. Если показания остаются постоянными, значит они не вызваны линейной несплошностью.

8.6 *Ферромагнитные и проводящие объекты*

8.6.1 При наличии ферромагнитных или проводящих объектов вблизи шва, могут возникнуть проблемы, так как данные объекты могут снизить чувствительность и точность определения несплошности, если он расположен в непосредственной близости от данных объектов.

8.7 *Прилегающие швы*

8.7.1 На участках, где швы пересекаются, возникает показание, которое также может быть ошибочно принято за несплошности. (См. 8.5.)

8.8 *Геометрия швов*

8.8.1 При сканировании зондом по труднодоступному углу между двумя поверхностями, показания B_x увеличатся при небольшом изменении B_z. Это вызовет подъем на графике X-Y.

8.9 *Влияние геометрии трещин*

8.9.1 *Несплошность под углом к направлению сканирования* — несплошность под углом к направлению сканирования снизит или вершину, или впадину кривой B_z, поскольку зонд датчика проходит только через один конец несплошности. В результате возникает неравнобокий график X-Y. Для определения положения другого конца несплошности следует провести дополнительное сканирование вдоль шва или основного металла.

8.9.2 *Несплошность под углом к поверхности* — несплошность под невертикальным углом к зонду, как правило, снижает значение сигнала B_z. Если величина сигнала B_x не будет снижена, то ширина затухания графика X-Yснижается.

8.9.3 *Линейный контакт или множественные несплошности* — при поперечном контакте с несплошностью внутри предельной петли графика X-Y, вызванной несплошностью, возникают частные петли. При обнаружении нескольких несплошностей при сканировании возникнет несколько петель, возвращающихся в исходную точку.

8.9.4 *Поперечные несплошности* — в случае определения поперечной несплошности при сканировании продольных несплошностей B_x возрастает, а не падает, а сигнал B_z останется без изменений, как в случае с короткой продольной несплошностью. График X-Y при этом вместо снижения пойдет вверх.

8.9.5 *Измерение поля переменного тока и его эффекта* — поле от зонда стандартного сварного шва может распространяться вокруг конца шва, и это может вызвать падение на кривых B_x и B_z. Показание несплошности может быть неясным или искаженным, если несплошность или другой активный элемент зонда находится близко к концу шва. Зона воздействия данного эффекта зависит от типа зонда, но максимум составляет 2 дюйма [50 мм] для крупных зондов. В подобных ситуациях следует использовать меньшие по размеру зонды, менее восприимчивые к краевому эффекту.

8.10 *КИП*

8.10.1 Оператор должен быть осведомлен о признаках шума, магнитного насыщения и искажения сигнала, характерных в особенности для используемых КИП. Особое внимание следует уделить следующим моментам:

8.10.1.1 Частота эксплуатации должна быть определена в соответствии с максимальной чувствительностью к несплошностям при сохранении приемлемых уровней шума.

8.10.1.2 Возможная проблема при измерении полей переменного тока - насыщение электронных компонентов, поскольку амплитуда сигнала во время сканирования труднодоступных углов может резко возрасти. Это может вызвать подъем показания $J3_X$ выше максимальной точки аналого-цифрового преобразователя КИП. Параметры, полученные при условии насыщения, неприемлемы.

8.10.2 С*двиг фазы, вызванный КИП.* Параметры измерения магнитного поля установлены заранее, поэтому в данном случае, в отличие от исследования вихревыми токами, нет необходимости учитывать фазовый угол. Фаза выбрана при изготовлении зондов, хранится в его файле и автоматически устанавливается КИП.

8.11 *Толщина покрытия*

8.11.1 Если покрытие толще 0,04 дюйма [1 мм], то при определении размеров несплошности необходимо учитывать толщину данного покрытия. Для этого следует использовать таблицы несплошностей в системном программном обеспечении. При использовании ошибочных данных о толщине покрытия точность измерения глубины снизится, если неточность составила от 0,04 дюйма [1 мм] и выше.

9. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

9.1 *КИП*

9.1.1 Электронные КИП должны обеспечивать зарядку возбудителя с одной или несколькими частотами, соответствующими материалу шва. Устройство должно обеспечивать возможность измерения амплитуды магнитного поля B_x и B_z на каждой из частот. КИП поставляется вместе с переносным персональным компьютером (ПК) с достаточными характеристиками системы, поддерживающими программное обеспечение (ПО) для измерения поля переменного тока, соответствующее требованиям исследования, наряду с КИП и зондами. Программное обеспечение обеспечивает контроль КИП, включая настройку, получение данных, их анализ и хранение. Программное обеспечение содержит алгоритмы для оценки размеров несплошностей (см. 11.2.2). ПО установлено на ПК, и при включении компьютера все соединения между ПК и КИП проверяются автоматически. При запуске ПО соединенные с ним КИП автоматически устанавливаются в соответствующий режим для измерения поля переменного поля. Установочные данные для каждого зонда хранят в ПК и передают на КИП при выборе или замене зонда (см. 11.2.2). В случае если КИП настроены на работу с определенным типом зонда, ПО может использоваться для начала/прекращения сбора данных. Во время сбора данных минимум два вида представления принимаемой информации представлены на экране ПК в режиме реального времени (см. 4.1). Информация, получаемая с зонда, выводится на экран на графике X-Y в зависимости от времени. После сбора информация может быть дополнительно проанализирована в автономном режиме, например, могут быть определены размеры несплошности (см. 11.2.2) с помощью ПО, или составлена аннотация для передачи в отчет о дефектоскопии. ПО также позволяет хранить всю информацию в электронном виде для последующего воспроизведения, анализа, печати или архивирования.

9.2 *Движущий механизм*

9.2.1 При работе механизированной системы могут быть применены механические методы сканирования зондом или матрица зондов вдоль шва или участка на поверхности, работающих с относительно постоянной скоростью.

9.3 *Зонды*

9.3.1 Зонды, выбранные для исследования, должны соответствовать форме дефектоскопии с учетом длины шва, геометрии, размера определяемой несплошности и температуры поверхности.

9.3.1.1 *Стандартный зонд для сварных швов* — обычно используется для изучения швов повсеместно, поскольку его катушки расположены идеально для определения размеров несплошности.

9.3.1.2 *Зонд для труднодоступных участков* — разработан специально для тех случаев, когда исследуемый участок недоступен для стандартного зонда. Его точность при работе на открытой поверхности, например, стыковых швах, ниже, чем таковая у стандартного зонда.

9.3.1.3 *Зонд для дефектов после ремонта зачисткой* — разработан для исследования глубоких дефектов после зачистки. Обладает сходной со стандартным зондом базовой конфигурацией, но более приспособлен к работе при вертикальном движении зонда.

9.3.1.4 *Минизонд* — разработан для применения в пространствах с ограниченным доступом – выреза стандартной и крестовидной формы, и обладает сниженным краевым эффектом. Сфера его применения в основном ограничена поверхностными несплошностями, и он более чувствителен к отрыву. Данный зонд может быть прямолинейной или Г-образной формы.

9.3.1.5 *Микрозонд* — разработан для определения несплошностей с высокой чувствительностью на участках с ограниченным доступом. Имеет те же ограничения, что и минизонд. Данный зонд может прямолинейной или Г-образной формы.

9.3.1.6 *Матричный зонд* — состоит из нескольких элементов; каждый из элементов чувствителен к отдельной секции по ширине сварного шва. Оси элементов могут быть сориентированы продольно или поперечно относительно кромки лицевой поверхности шва. Матричные зонды обычно используются для сканирования верхнего слоя шва за один проход или проверки участка поверхности.

9.3.1.7 *Зонд со сниженным краевым эффектом* — разработан для снижения краевого эффекта при исследовании исключительно в районе концов шва (Для данного типа исследования также может быть использован минизонд).

9.4 *Отображение данных*

9.4.1 На информационном дисплее должны отображаться показания B_x и B_z и график X-Y.

9.4.2 При использовании многоэлементных матричных зондов должна быть доступна функция отображения цветных контурных карт или трехмерных каркасных графиков с максимумами и минимумами.

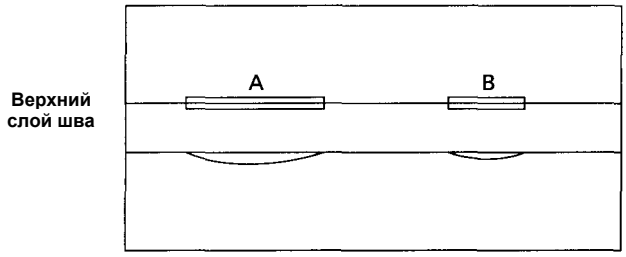
10. ЭТАЛОНЫ СВАРНОГО ШВА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

10.1 Эталоны сварного шва не требуются при исследовании швов на углеродистой стали.

10.2 *Прочие материалы (кроме углеродистой стали)*

10.2.1 При исследовании других материалов может возникнуть необходимость калибровки зондов в соответствии с типом материала, поскольку большинство зондов откалибровано производителем для работы с углеродистой сталью. Если не произвести калибровку, то размеры показания могут быть или слишком малы (и небольшие несплошности будут пропущены), или слишком большими (могут быть определены ложные дефекты), или показание B_x может стать избыточным, приведя к ошибочным данным. Калибровка проводится с использованием канавки средних размеров на кромке лицевой поверхности шва на репрезентативном образце. Регулировку усиления меняют до тех пор, пока на графике X-Y не появится петля приемлемых размеров при низком показании фоновых помех.

РИС. 2 ОБРАЗЕЦ ИЗ ПЛОСКОГО ЛИСТА, СЕРИЙНЫЙ НОМЕР XXX, ИЗОБРАЖАЮЩЕЙ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ И РАЗМЕР ПОЛУЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УГЛУБЛЕНИЙ (ВИД СВЕРХУ И ВИД СБОКУ. БЕЗ МАСШТАБА.)



При измерении глубины несплошностей в материале, не являющемся углеродистой сталью, необходимо изготовить калибровочный блок из данного материала с минимум тремя эллиптическими канавками различной глубины. Это позволит сравнить калибровочную кривую фактической глубины с предполагаемой глубиной по компьютерной модели образца из углеродистой стали.

10.3 Контрольные эталоны сварного шва для материалов, не являющихся углеродистой сталью, не должны использоваться для определения несплошностей, если не может быть продемонстрировано, что искусственные дефекты идентичны обнаруженным.

10.4 *Типовые искусственные несплошности в эталонах для определения несплошностей*

10.4.1 Эллиптические канавки – канавки различной глубины (как правило) 0,08 дюйма и 0,2 дюйма. [2 мм и 5 мм] использованные на рабочем калибровочном блоке могут быть использованы для контроля качества и получения установочных файлов для других зондов. Если материал не является углеродистой сталью, то данные канавки могут быть использованы для создания калибровочных кривых. Данные канавки не должны быть шире 0,02 дюйма [0,5 мм].

10.5 *Контрольные эталоны*

10.5.1 Глубина несплошности указывается по точке наибольшей глубины. Глубина несплошности измеряется с точностью до ±0,010 дюйма. [±0,25 мм] номинальной глубины. Все другие характеристики несплошности (такие как длина) указываются с точностью до ±0,040 дюйма [±1,00 мм] номинального размера.

10.6 *Искусственные канавки для рабочего калибровочного блока*

10.6.1 На рабочем калибровочном блоке присутствуют специальные искусственные несплошности, которые используются для проверки соответствующей работы оборудования и зонда. Искусственные несплошности рабочего калибровочного блока (если иное не задано заказчиком) таковы:

10.6.1.1 Эллиптические канавки – две эллиптических канавки на кромке лицевой поверхности шва размерами 2,0 дюйма × 0,2 дюйма [50мм × 5мм] и 0,8 дюйма × 0,08 дюйма [20 мм × 2 мм] (Рис. 2, несплошности A и B.)

10.7 *Изготовление и обслуживание рабочих калибровочных блоков и эталоны сварных швов для неуглеродистой стали*

10.7.1 *Чертежи.* Для каждого рабочего калибровочного блока и эталона должен быть в наличии чертеж с натурными размерами канавок, типом и маркой материала и серийным номером фактически используемого калибровочного блока или эталона сварного шва.

10.7.2 *Серийный номер.* Каждый рабочий калибровочный блок или эталон сварного шва должен иметь индивидуальный серийный номер и храниться в таких условиях, чтобы при необходимости консультации не был затруднен доступ к информации.

10.7.3 *Положение канавок.* Искусственные канавки должны располагаться продольно во избежание наложения показания и интерференции от концевых эффектов.

10.7.4 Во избежание наклепа, перегрева, возникновения чрезмерного напряжения и различий в магнитной проницаемости должны использоваться соответствующие методики механической обработки.

10.7.5 Блоки следует хранить и транспортировать осторожно, избегая механических повреждений.

11. ПРОВЕРКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБОРУДОВАНИЯ

11.1 *Установочные параметры КИП:*

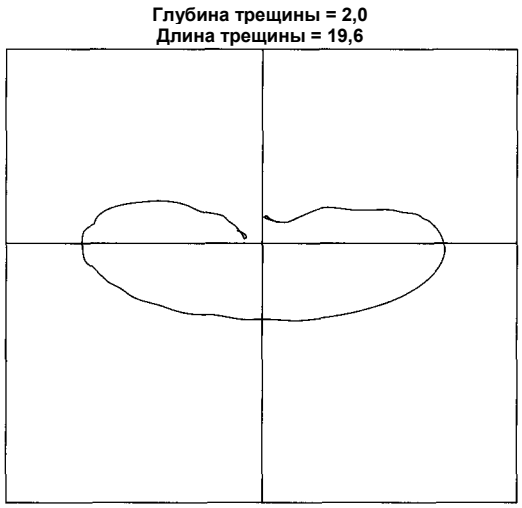
11.1.1 *Рабочая частота.* При использовании соответствующего рабочего калибровочного блока см. процедуру в п. 11.2.2 относительно информации по выбору рабочей частоты. Разрешается применять методы, равнозначность которых может быть продемонстрирована. Эталонная рабочая частота - 5 кГц, однако, в зависимости от типа используемого оборудования могут быть использованы более низкие и высокие частоты. Более высокая рабочая частота обеспечит более высокую чувствительность на ровных поверхностях. Если используемая система не приспособлена к работе с частотой, указанной в процедуре, то инспектор должен уведомить заказчика о возможном снижении чувствительности.

11.2 *Процедура проверки системы контроля*

11.2.1 Система контроля должна состоять из КИП, измеряющего поле переменного тока, ПК, зонда и рабочего калибровочного блока.

11.2.2 Проверка эксплуатационных характеристик оборудования будет производиться с использованием соответствующего рабочего калибровочного блока с канавками 2,0 × 0,20 дюйма [50 × 5 мм] и 0,8 × 0,08 дюйма [20 × 2 мм]. Зонд помещают на кромку лицевой поверхности шва. Головка зонда должна быть параллельна продольному направлению шва. Далее зонд сканирует рабочий калибровочный блок и, на участке с углублением 2,0 × 0,2 дюйма [50 × 5 мм] передает график с калибровочными данными. Показание несплошности появляется на B_z, когда (1) фоновый уровень B_x снижается и затем возвращается к номинальному (Рис. 1), и это связано с (2) максимумом или положительным показанием «+», за которым следует спад или отрицательное показание

РИС. 3 ТИПОВОЙ ГРАФИК X-Y ПРИ ПОСТРОЕНИИ BX И BZ.



(или спад, за которым следует подъем к максимуму, в зависимости от направления сканирования) значений B_z. Результирующая изменений B_x и B_z - *нисходящая петля на графике* X-Y, Рис. 3. Наличие несплошность подтверждается наличием всех трех упомянутых показаний, в частности, B_x и B_z и нисходящей петли на графике X-Y. Петля должна занимать около 50% высоты и 175% ширины графика X-Y. Скорость сканирования или скорость сбора информации может быть отрегулирована при необходимости, в зависимости от длины и сложности исследуемого шва.

11.2.2.1 После подтверждения наличия несплошности показанием B_x и B_z, следует определить его размеры.

11.2.2. Размеры несплошности определяются с помощью ПО для дефектоскопии, сравнивая по справочным таблицам ожидаемые отклики в зависимости от размеров несплошности. Эти таблицы могут быть основаны на математических моделях, в которых имитируют ток вокруг несплошностей и результирующее изменение магнитного поля поверхностности при испытании модели на большом количестве отдельных несплошностей различной длины и глубины. Оператор вводит фоновые данные и минимальные значения B_x наряду с длиной B_z, а также толщину любого покрытия, позволяя программному обеспечению спрогнозировать длину и глубину несплошности. Результаты, полученные на модели, следует проверять в сравнении с архивными данными о фактических несплошностях для подтверждения истинности справочных таблиц размеров.

11.2.2.3 Если полученные данные отличаются от данных рабочего калибровочного блока, то необходимо проверить настройки КИП и зондов. Каждый зонд должен иметь индивидуальный файл, верность содержания которого проверяется в соответствии с таблицами размеров несплошностей. Настройки КИП можно проверить с помощью пакета программного обеспечения.

11.2.3 Каждая комбинация устройства для измерения поля переменного тока и зонда, используемая при исследовании, должна быть предварительно опробована на рабочем калибровочном блоке. Результаты, полученные при этом, должны соответствовать канавкам в данном блоке. Если они различаются более чем на 10%, проверьте, использовались ли соответствующие файлы зонда и коэффициент усиления. Если это так, значит, в системе присутствуют неполадки, которые необходимо обнаружить, и определить их характер. Если различия в достоверности калибровки не превышают 10%, то комбинация пригодна для использования в исследовании.

11.3 *Периодичность поверок систем*

11.3.1 Система и все зонды должны быть проверены перед исследованием первого шва.

11.3.2 Работоспособность системы следует проверять каждые четыре часа при включенном зонде или в конце осуществляемой проверки. Если отклики несплошности, полученные с калибровочного образца, изменились на 10%, то швы, проверенные после последней поверки калибровочного блока, должны быть повторно проверены – см. процедуру п. 11.2.3.

12. ПРОЦЕДУРА ИССЛЕДОВАНИЯ

12.1 При необходимости очистить поверхность шва, чтобы удалить грязь и тяжелый ферромагнитный и проводящий мусор.

12.2 В соответствии с п. 9.3 подберите соответствующий зонд для исследования, далее, с помощью установленного программного обеспечения, выберите соответствующий информационный файл и файл зонда.

12.2.1 Зонд помещают на кромку лицевой поверхности шва с головкой параллельно продольному направлению шва.

12.2.2 Затем производят сканирование вдоль шва. Показание несплошностей можно считать верным в случае наличия трех следующих моментов:

12.2.2.1 Уровень фоновых помех B_x снижается, а затем возвращается к номинальному значению, Рис. 1.

12.2.2.2 Это связано с максимумом или положительным (+) значением, за которым следует спад или отрицательное (-) значение (или спад, за которым следует максимум, в зависимости от направления сканирования) B_z, Рис. 1.

12.2.2.3 Результирующая изменений B_x и B_z – *нисходящая петля на графике* X-Y , Рис. 3.

12.2.3 Наличие несплошностей подтверждается наличием данных трех факторов - B_x, *и* B_z, *и нисходящей петли на графике* X-Y. Скорость сканирования или скорость сбора информации при необходимости можно регулировать в зависимости от длины и сложности исследуемого шва.

12.3 *Корректировка различий, связанных с материалом.*

12.3.1 Чтобы скорректировать небольшие различия в полученных данных, связанные с различиями в магнитной проницаемости, проводимости или формы данного материала, вся информация может быть сконцентрирована на дисплее.

12.4 *Корректировка ошибок, связанных с ферромагнитными или проводящими объектами*

12.4.1 Следующие приемы могут обеспечить корректировку результатов измерения поля переменного тока вблизи ферромагнитных или проводящих объектов, создающих помехи:

12.4.1.1 Сравнение базовых или предыдущих данных исследования с показаниями текущего исследования.

12.4.1.2 Использование специальной формы катушки зонда.

12.4.1.3 Использование зондов с более высокой/низкой частотой может подавлять значимое показание.

12.4.1.4 Использование дополнительных методов или приемов.

12.5 Определить размер и зарегистрировать все показания несплошностей согласно Разделу 14.

12.6 Отметить участки с ограниченной чувствительностью с использованием показания калибровочного блока, как индикатора определяемости несплошностей.

12.7 Используя эталон для определения несплошностей, оценить значимое показание согласно критериям приемки, определенным заказчиком, если это возможно.

12.8 Кроме того, можно исследовать выбранные участки, используя соответствующий дополнительный метод или прием для получения большей информации, корректируя результаты при необходимости.

12.9 Составить и предоставить заказчику отчет.

13. АНАЛИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРОЦЕДУРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

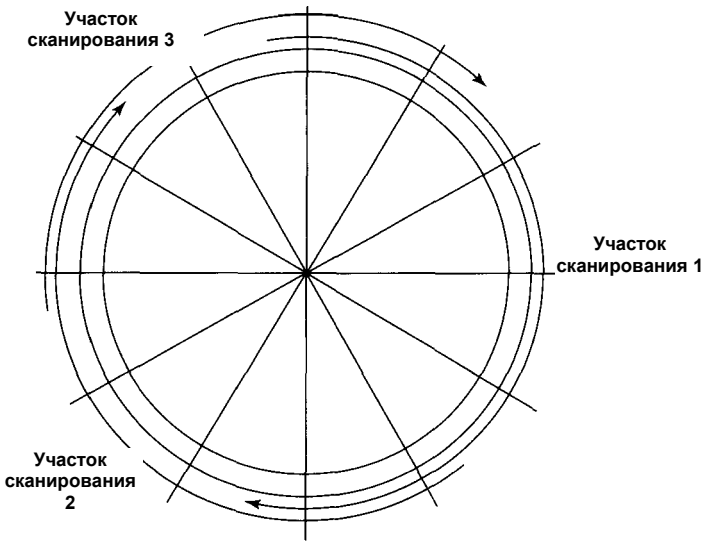
13.1 *Скорость сканирования*

13.1.1 Рекомендованная скорость сканирования составляет 1 дюйм [25 мм] в секунду с соответствующей частотой сбора данных. Таким образом, будет обеспечен ровный вывод данных на экран ПК. При исследовании коротких швов частота сбора данных должна быть увеличена. При исследовании длинных швов, при необходимости изображения всего шва на экране ПК следует использовать меньшую частоту сбора данных. От длины шва и скорости сканирования зависит частота сбора данных. При использовании более быстрого программного обеспечения возможен выбор частоты сбора данных и, соответственно, более высокая скорость сканирования.

13.1.2 Данные с калибровочного блока следует собирать и зарегистрировать с указанной скоростью исследования.

13.1.3 Необходимо проверять полученные со швов данные. Установите максимально равномерную скорость зонда во время исследования для возможного повторного показания.

РИС. 4 МОДЕЛЬ СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ КОЛЬЦЕВОГО ШВА



13.2 *Ширина сканирования*

13.2.1 Если не указано иначе, нематричный зонд имеет ширину сканирования 0,80 дюйма [20 мм]. Обе кромки лицевой поверхности шва должны быть просканированы, и, если верхний слой шире 0,80 дюйма [20 мм], то необходимо осуществить дополнительное обследование по всей длине верхнего слоя. Если сварной верхний слой узкий, т.е. 0,40 дюйма [10 мм], может быть проведено только центральное сканирование.

13.3 *Непрерывные трещины*

13.3.1 Перед сканированием шва, необходимо проверить, является ли несплошность непрерывной, просканировав участок на расстоянии 2 дюйма [50 мм] от шва в направлении кромки. При наличии несплошности показание Вх на экране ПК резко снизится при приближении зонда к кромке. Если подобная форма показания продолжает появляться, то необходимо повторить данную процедуру по всей длине кромки лицевой поверхности шва с интервалами.

13.4 *Направление сканирования*

13.4.1 При сканировании зонд всегда должен быть расположен параллельно кромке лицевой поверхности шва, что вызовет отличное показание показания от продольных несплошностей участка шва. Сканирование в данном направлении также даст отличное показание от поперечных несплошностей и несплошностей вблизи кромки лицевой поверхности шва.

13.5 *Кольцевые швы*

13.5.1 Модель сканирования кольцевых швов показана на Рис. 4. Наложение участков сканирования необходимо для проверки того, что во время исследования не было пропущено несплошностей на концах участков. Количество наложенных участков сканирования варьируется в зависимости от диаметра компонента. Наложение должно быть порядка 1 дюйма [25 мм] и 2 дюймов [50 мм], в зависимости от диаметра трубы. Все процедуры по определению наличия несплошностей должны быть завершены до начала измерений.

РИС. 5 МОДЕЛЬ СКАНИРОВАНИЯ ВБЛИЗИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

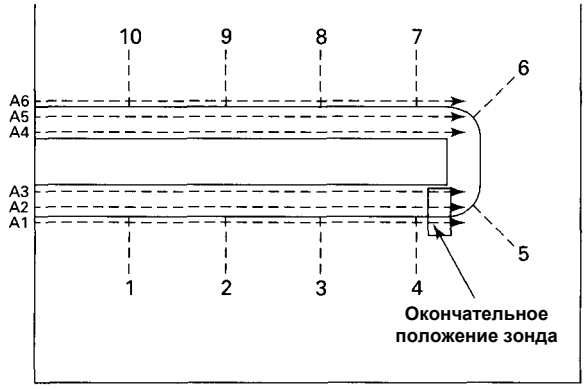


РИС. 6 МОДЕЛЬ СКАНИРОВАНИЯ КОНЦА ПРИСОЕДИНЕНИЯ

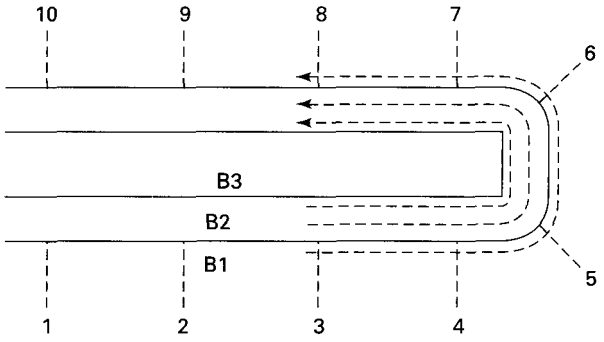


РИС. 7 МОДЕЛЬ СКАНИРОВАНИЯ ПОПЕРЕК ПРИСОЕДИНЕНИЯ (ТРЕЩИНА В КОНЦЕ КРОМКИ ЛИЦЕВОЙ ПОВЕРХНОСТИ)

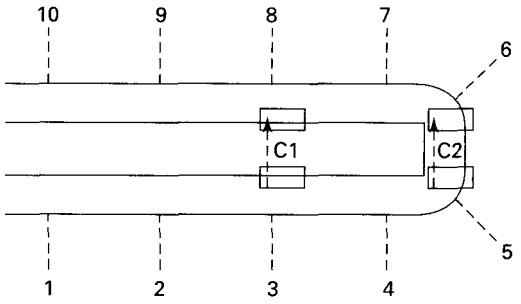
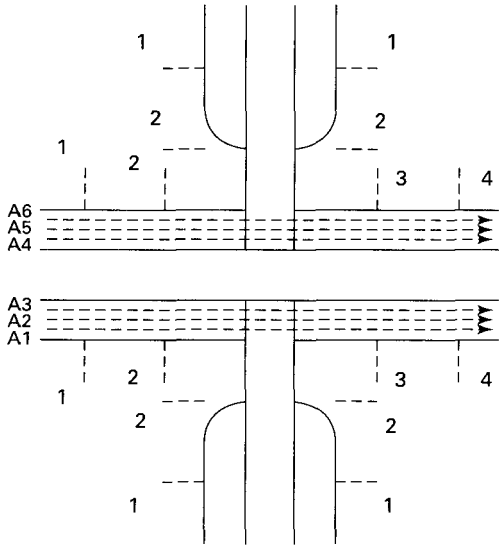


РИС. 8 УЧАСТКИ СКАНИРОВАНИЯ ОСНОВНОГО ШВА



Не забудьте проверить шов на непрерывность несплошностей перед сканированием.

13.6 *Линейные швы*

13.6.1 Модель сканирования практически идентична сканированию кольцевых швов, за исключением возможности возникновения краевого эффекта на конце шва или при наличии подкрепления на конце шва. В таком случае для конца шва следует использовать зонд с компенсацией краевого эффекта, а на подкреплении следует использовать мини/микрозонд. Такие зонды также могут использоваться в качестве альтернативных вариантов для зондов с компенсацией краевого эффекта. По возможности для измерений следует использовать эталонный зонд для сварных швов.

13.7 *Присоединения, Углы и Вырезы*

13.7.1 Модели сканирования для присоединительных швов и книц показаны на Рис. 5, Рис. 6, и Рис. 7, где линиями сканирования являются A1-A6, B1-B3, и CI и 2, а позиции 1-10 – позиции с приращением по длине шва. Углы представляют затруднение для сканирования, и для этого по возможности следует использовать микро или минизонды.

13.8 *Вырезы и крестообразные формы*

13.8.1 Исследование подобной геометрии осложнено труднодоступностью; модели сканирования и идентификация участков показаны на рисунках 8, 9, 10 и 11. Для исследования вырезов необходим Г-образный мини/микрозонд.

13.9 *Зашлифованные Участки*

13.9.1 Ремонт или зачистка подобных участков, как правило, имеют ширину 0,5 дюйма [12,5 мм], и зонд для зашлифованных дефектов предназначен для их исследования. Следует сканировать с одного конца участка зачистки и продолжать до другого конца. Участки с несплошностями следует отметить и измерить глубину и длину несплошности с помощью зонда данного типа.

14. ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЯ НЕСПЛОШНОСТЕЙ

14.1 *Длина*

14.1.1 При обнаружении участка, содержащего несплошность, проводится повторное сканирование за 2 дюйма [50 мм] дюйма до несплошности

РИС. 9 УЧАСТКИ СКАНИРОВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ШВА В ВЫРЕЗЕ

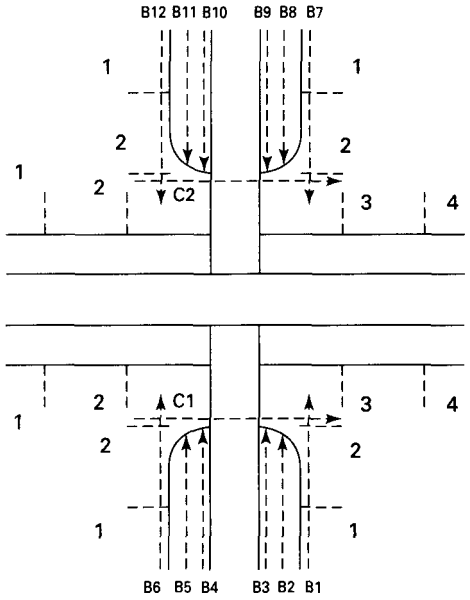


РИС. 10 НОМЕНКЛАТУРА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШВОВ

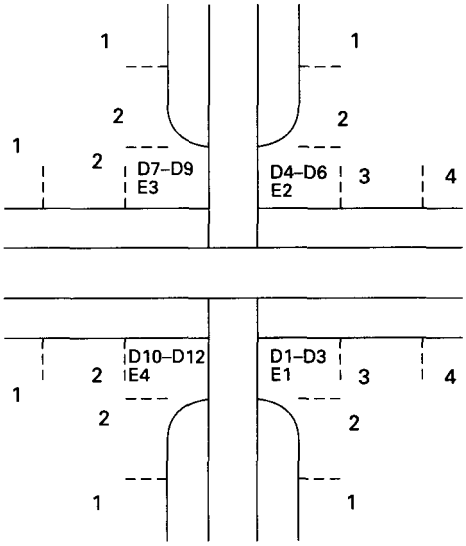
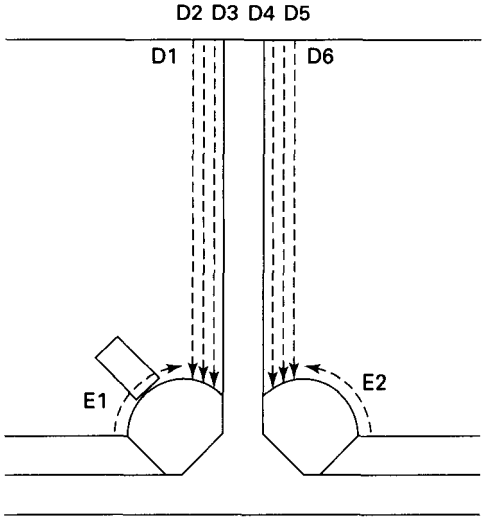


РИС. 11 УЧАСТКИ СКАНИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ШВА ВЫРЕЗА И ПОВЕРХНОСТИ ВЫРЕЗА



с завершением сканирования через 2 дюйма [50 мм] после несплошности. Длина B_z несплошности определяется путем нахождения границ несплошностей с использованием максимума(+) и минимума(-) B_z на графике X-Y. При идентификации данных позиций они будут отмечены на кромке лицевой стороны шва. Следует заметить, что данные позиции должны находиться непосредственно внутри фактических границ несплошности. Измерьте расстояние между двумя точками: она будет считаться отрезком B_z, и не является фактической длиной несплошности. Данная величина используется в математической модели для определения точной длины и глубины несплошности.

14.2 *Глубина*

14.2.1 Глубина несплошности вычисляется с использованием минимума B_x, фоновых значений B_x и длины несплошности B_z, исходя из данных B_z. Минимум B_x и фоновые значения B_x определяются на основании исходного участка сканирования. После помещения данных величин в таблицу глубины несплошностей, являющейся частью математической модели, как и длина B_z и толщина покрытия, данная математическая модель будет использоваться при вычислении глубины несплошности.

15. ОТЧЕТ

15.1 *Требования к отчету.* Список требований к отчету приведен в таблице 1. Должна быть приведена ссылка на требования заказчика к отчету (7.1.14). Позиции, перечисленные ниже, должны быть включены в отчет об исследовании. Вся нижеприведенная информация должна быть занесена в архив, независимо от того, требуется ли это в отчете.

ТАБЛИЦА 1
ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

Общая информация
Дата
Имя оператора
Оператор зонда
Идентификационный номер компонента
Номер файла
Используемое оборудование
Информация о сканировании
Имя файла
Номер страницы
Положение на шве
Номер зонда
Направление зонда
Положение ленты
Резюме исследования
Детальный отчет о показании/отклонениях
Имя файла
Номер страницы
Положение на шве
Начало несплошности (Ссылка на ленту)
Конец несплошности (Ссылка на ленту)
Длина несплошности (дюймы/мм)
Примечания
Схема/чертеж исследуемого компонента

ОБЩИЕ ПРИМЕЧАНИЯ: Отчетные ведомости об исследовании измерением поля переменного тока будут специально разработаны с учетом требований к системе и текущему исследованию.

15.1.1 Владелец, местонахождение, тип и серийный номер проверяемого компонента.

15.1.2 Размер, тип и марка материала, конфигурация исследуемых швов.

15.1.3 Система нумерации швов.

15.1.4 Объем исследования, например, исследуемые участки, полное и частичное исследование, какие швы и на какую длину.

15.1.5 Ф.И.О. и квалификация персонала, проводившего исследование.

15.1.6 Модели, тип и серийные номера компонентов используемой системы измерения поля переменного тока, включая зонды.

15.1.7 При первоначальном сборе данных полный список всех соответствующих параметров КИП и используемых параметров, таких как рабочая частота, скорость зонда, при получении данных с рабочего калибровочного блока. Данный перечень должен включать справочную информацию по установкам для каждого исследуемого шва.

15.1.8 Серийные номера всех используемых рабочих калибровочных блоков.

15.1.9 Краткое описание всех приемов, используемых при исследовании.

15.1.10 Перечень всех непригодных для исследования участков и участков с ограниченной чувствительностью. Обозначить, какие несплошности на рабочем калибровочном блоке не были бы обнаружены на данных участках. По возможности указать факторы, возможно, снизившие чувствительность.

ПРИМЕЧАНИЕ 1: Факторы, влияющие на чувствительность к несплошностям: рабочая частота, аппаратные шумы, фильтрация КИП, частота сбора информации, скорость зонда, конфигурация катушки, шум при движении зонда и др. помехи (см. п. 8.)

15.1.11 Особая информация о приемах измерения глубины по каждой несплошности.

15.1.12 Критерии приемки, используемые при оценке несплошностей.

15.1.13 Перечень несплошностей согласно договору покупки.

15.1.14 Дополнительные результаты исследования, повлиявшие на интерпретацию и оценку.

15.2 Необходимо зафиксировать данные и параметры системы, обеспечив последующую архивацию и воспроизведение данных по каждому шву. Во время исследования информация должна постоянно регистрироваться.

15.2.1 *Форма отчета.* Типовая форма отчета, оформляемого с помощью соответствующего программного обеспечения, представлена в Таблице 2.

16. КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

16.1 измерение поля переменного тока; электромагнитное исследование; ферромагнитный шов; непроводящий материал; сварной шов

ТАБЛИЦА 2
ФОРМА ОТЧЕТА ОБ ИЗМЕРЕНИИ ПОЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Дата: Время:	Местонахождение:	Эскиз формы:
Оператор:	Оператор зонда:	
Идентификационный номер компонента:		
Краткое описание не-сплошностей:		
Имя файла:		
Номер зонда:		Файл зонда:

Расстояние от точки отсчета	Направление движения	Положение шва	Стр.	Отчет об исследовании/комментарии

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I
ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАПРОСОВ В КОМИТЕТ ПО КОТЛАМ И СОСУДАМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

A-100 ВВЕДЕНИЕ

(a) В настоящем Приложении представлена рекомендация для пользователей Норм и Правил в отношении представления технических запросов в Комитет. В отношении дополнительных требований к заявкам, включающим добавление новых материалов в Нормы и Правила см. Руководящие указания по утверждению новых материалов согласно Нормам и Правилам ASME на котлы и сосуды под давлением в Разделе II, Частях C и D. Технические запросы включают заявки на пересмотр и дополнения к Нормам и Правилам, заявки на Прецеденты по Нормам и Правилам и заявки на разъяснение Норм и Правил, как указано далее.

(1) Редакции Норм и Правил. Считается, что редакции Норм и Правил должны включать технологические разработки, обращать внимание на административные требования, включать прецеденты по Нормам и Правилам или разъяснять цель Норм и Правил.

(2) Прецеденты Норм и Правил. Прецеденты Норм и Правил представляют альтернативные варианты или дополнения к существующим Нормам и Правилам. Прецеденты Норм и Правил представлены в виде письменного вопроса и ответа, и обычно они предназначены для последующего включения в Нормы и Правила. При использовании Прецеденты Норм и Правил предписывают обязательные требования соответственно тексту Норм и Правил. Однако пользователи должны принять во внимание, что не все судебные власти или владельцы автоматически принимают Прецеденты Норм и Правил. Наиболее общие случаи применения прецедентов Норм и Правил:

(a) разрешение более раннего применения редакции Норм и Правил, принимая во внимание неотложную необходимость

(b) разрешение использования нового материала для выполнения конструкции по Нормам и Правилам

(c) приобретение опыта с новыми материалами или альтернативными правилами до непосредственного включения в Нормы и Правила

(3) Разъяснения Норм и Правил. Разъяснения представляют собой пояснения значения существующих в Нормах и Правилах положений и представлены в форме ответа-вопроса. Разъяснения не вводят новых требований. В случаях, когда существующий текст Норм и Правил, не полностью передает имеющееся значение, и требуется пересмотр положений для подтверждения разъяснения, будет выпущено Целевое Разъяснение, а Нормы и Правила будут пересмотрены.

(b) Положения Норм и Правил, Прецеденты Норм и Правил и разъяснения Норм и Правил, установленные Комитетом, не следует рассматривать как утверждающие, рекомендующие, одобряющие или подтверждающие какой-либо частный или специальный проект или каким-либо образом ограничивающие свободу изготовителей, инженеров или владельцев относительно выбора любого метода проектирования или любой формы конструкции, соответствующей положениям Норм и Правил.

(c) Запросы, которые не соответствуют положениям настоящего Приложения или не содержат достаточной информации для полного понимания Комитетом, могут привести к возврату запроса лицу, его направившему, без выполнения каких-либо действий.

I-200 ФОРМА ЗАПРОСА

Документы, представленные на рассмотрение в комитет, должны включать:

(a) Цель. Указать следующее:

(1) пересмотр существующих положений Норм и Правил

(2) новые или дополнительные положения Норм и Правил

(3) Прецедент Норм и Правил

(4) Разъяснение к Нормам и Правилам

(b) Исходные данные. Представить информацию, необходимую Комитету для понимания запроса, с точным указанием ссылки на применяемый Раздел Норм и Правил, Часть, Редакцию, Дополнения, Пункты, Рисунки и Таблицы. Лучше всего предоставить копию конкретной части Норм и Правил, на которую делается ссылка.

(c) Представления. Лицо, направившее запрос, может пожелать или его могут попросить присутствовать на совещании Комитета в целях официальной презентации или ответа на вопросы участников Комитета в отношении запроса. Присутствие на встрече с Комитетом происходит за счет лица, направившего запрос. Присутствие или отсутствие на встрече лица, направившего запрос, не должно служить основанием для приема или отклонения запроса Комитетом.

I-300 РЕДАКЦИИ И ДОПОЛНЕНИЯ К НОРМАМ И ПРАВИЛАМ

В запросах на редактирование или внесение дополнений к Нормам и Правилам должно быть указано следующее:

(a) Предлагаемые редакции или дополнения. При необходимости редактировании указать положения Норм и Правил, которые требуют редактирования и представить копию соответствующих положений согласно их представлению в Нормах и Правилах, выделив предлагаемую корректировку. При необходимости внесения дополнений представить предлагаемую формулировку со ссылкой на существующие положения Норм и Правил.

(b) Заявление о необходимости. Представить краткое объяснение необходимости корректировки или дополнения.

(c) Дополнительная информация. Представить дополнительную информацию, подтверждающую необходимость корректировки или дополнения, включая любые данные или изменения в технологии, которые образуют основание для запроса, что позволит Комитету надлежащим образом оценить предложенную редакцию или дополнение. Соответственно должны быть представлены эскизы, таблицы, рисунки и схемы. При необходимости указать любой соответствующий пункт в Нормах и Правилах, на который повлияет редакция или дополнение. А также определить пункты в Нормах и Правилах, которые представляют ссылки на пункты, которые должны быть отредактированы или дополнены.

I-400 ПРЕЦЕДЕНТЫ НОРМ И ПРАВИЛ

В запросах на Прецеденты Норм и Правил должны быть включены заявление о необходимости Исходные данные, аналогично пунктам I-300(b) и I-300(c) соответственно для редакций и дополнений к Нормам и Правилам. Должна быть определена неотложность Прецедента Норм и Правил (например, реализация проекта или неизбежная новая процедура и пр.), должно быть представлено подтверждение того, что запрос связан с оборудованием, которое будет иметь штамп ASME, за исключением случаев, предусмотренных Разделом XI. В предлагаемом Прецеденте Норм и Правил должны быть определены Раздел и Часть Норм и Правил, кроме того, он должен быть оформлен в виде Вопроса и Ответы, в той же форме, как и существующие Прецеденты Норм и Правил. В запросе на Прецеденты Норм и Правил также должно быть указано применяемое Издание Норм и Правил и Дополнения, к которым относится предлагаемый Прецедент Норм и Правил.

I-500 РАЗЪЯСНЕНИЯ НОРМ И ПРАВИЛ

(a) Запросы на Разъяснения Норм и Правил должны включать следующее:

(1) Запрос. Представить краткий и точный вопрос, опустив избыточную дополнительную информацию и, по возможности, составленный таким образом, чтобы был возможен Ответ "да" или "нет" с краткими условиями, при необходимости. Данный вопрос должен быть правильным с технической и лингвистической точки зрения.

(2) Ответ. Представить предлагаемый Ответ, который ясно и точно отвечает на вопрос Запроса. Предпочтительно, чтобы Ответ представлял собой "да" или "нет" с краткими условиями, при необходимости.

(3) Дополнительная информация. Представить любую дополнительную информацию, которая поможет Комитету в понимании предлагаемого Запроса и Ответа.

(b) Запросы на Разъяснения Норм и Правил должны быть ограничены разъяснением определенного требования в Нормах и Правилах или Прецеденте Норм и Правил. Комитет не может рассматривать запросы консультационного характера, а именно:

(1) рассмотрение расчетов, эскизных чертежей, аттестаций сварки или описаний оборудования/составных частей в целях определения соответствия требованиям Норм и Правил;

(2) запрос на выполнение любой функции, предписанной Нормами и Правилами в отношении (помимо прочего), выбора материалов, проектирования, расчетов, изготовления, обследования, испытания под давлением или установки;

(3) запрос, касающийся логического обоснования требований Норм и Правил.

I-600 ДОКУМЕНТЫ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫЕ НА РАССМОТРЕНИЕ

Документы, представляемые на рассмотрение, и ответы комитета должны соответствовать следующему:

(a) Документ, представляемый на рассмотрение. Запросы от пользователей Норм и Правил должны быть на английском языке и предпочтительно в печатной форме; однако рассматриваются и разборчивые рукописные запросы. В них должны быть указаны имя, адрес, телефонный номер, номер факса и адрес эл. почты, при наличии, лица, направившего запрос, отправляемые по адресу:

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

Кроме того, запросы могут быть представлены в электронном виде по адресу: SecretaryBPV@asme.org.

(b) Ответ. Секретарь Комитета ASME по котлам и сосудам под давлением или соответствующего Подкомитета подтвердить получение любого надлежащим образом оформленного запроса и предоставить письменный ответ лицу, направившему запрос, по выполнении Комитетом по Нормам и Правилам необходимых действий.

ПРИЛОЖЕНИЕ II
СТАНДАРТНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

ТАБЛИЦА II-1
СТАНДАРТНЫЕ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

Величина	Единицы традиционной американской системы	Единицы СИ
Линейное измерение (например, длина, высота, толщина, радиус, диаметр)	дюймы	миллиметр (мм)
Площадь	квадратный дюйм (дюйм^2)	квадратный миллиметр (мм^2)
Объем	кубический дюйм (дюйм^3)	кубический миллиметр (мм^3)
Момент сопротивления сечения	кубический дюйм (дюйм^3)	кубический миллиметр (мм^3)
Момент инерции плоского сечения	дюйм^4	миллиметр^4 (мм^4)
Масса (вес)	фунт массы (фунт-массы)	килограмм (кг)
Сила (нагрузка)	фунт силы (фунт-силы)	ньютон (Н)
Изгибающий момент	дюйм-фунт-силы	ньютон-миллиметр (Н-мм)
Давление, напряжение, интенсивность напряжений, модуль упругости	фунт силы на квадратный дюйм (фунт на квадратный дюйм)	Мегапаскаль (МПа)
Энергия (например, ударная вязкость по Шарпи)	фунт силы-фут (фунт-сила-фут)	Джоуль (Дж)
Температура	градус по шкале Фаренгейта (°F)	градус по шкале Цельсия (°C)
Абсолютная температура	шкала Ренкина (R)	Кельвин (K)
Вязкость разрушения	кфунтов/дюйм$^{2*}\sqrt{}$дюймы	Мегапаскаль на корень квадратный из метра (МПа$\sqrt{}$м)
Угол	градус или радиан	градус или радиан
Мощность	британская тепловая единица/час	ватт (Вт)

НЕОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ А

РУКОВОДСТВО ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЕДИНИЦ ТРАДИЦИОННОЙ АМЕРИКАНСКОЙ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ СИ В НОРМАХ И ПРАВИЛАХ ASME НА КОТЛЫ И СОСУДЫ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

А-1 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕДИНИЦ В ФОРМУЛАХ

Формулы в настоящем Необязательном Приложении подходят для использования либо с единицами традиционной американской системы, либо с единицами системы СИ, представленными в Обязательном Приложении II или с единицами, представленными в терминологии, связанной с данной формулой. В ответственность лица или организации, выполняющей расчеты, входит выбор соответствующих единиц измерения. В качестве непротиворечивого множества могут использоваться либо единицы традиционной американской системы, либо единицы систем СИ. При необходимости перевода из одной системы единиц в другую, перевод осуществляют минимум до трех значащих разрядов для использования в расчетах и других аспектах проектирования.

А-2 ПРИНЦИПЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ В СИСТЕМЕ СИ

Следующие принципы использовались для получения эквивалентных значений в системе СИ:

(a) единицы системы СИ в тексте помещены в скобках после единиц традиционной американской системы.

(b) в целом, предусмотрены отдельные таблицы системы СИ, если предполагается применение интерполяции. Обозначение таблицы (например, номер таблицы) одинаково для таблиц единиц традиционной американской системы и таблиц единиц системы с добавление префикса "М" в обозначение таблиц системы СИ, если представлена отдельная таблица. В тексте ссылки на таблицу приведены только по основному номеру таблицы (т.е. без "М"). Для некоторых больших таблиц, в которых не требуется интерполяция, единицы системы СИ приведены в скобках после единиц традиционной американской системы.

(c) Приведены отдельные варианты графической информации (графики) в системе СИ, за исключением вариантов, в которых обе оси безразмерные, в подобном случае используется один рисунок (график).

(d) В большинстве случаев перевод единиц в тексте был выполнен по методикам жесткого перевода в систему СИ, в некоторых ситуациях с нежестким переводом в зависимости от конкретного случая, соответственно. Это было выполнено округлением значений СИ до номера значащего разряда подразумеваемой точности в имеющихся единицах традиционной американской системы. Например, предполагаемая точность для 3000 фунт/дюйм^2 – один значащий разряд. Поэтому, при переводе в единицы системы СИ обычно получилось бы 20 000 кПа. Это разница примерно в 3% от точного или нежесткого перевода 20 684,27 кПа. Однако точность перевода была определена Комитетом в зависимости от конкретного случая. Большее количество значащих разрядов включали в эквивалентное значение СИ при наличии какого-либо сомнения. Значения допускаемого напряжения в Разделе II, Часть D обычно включают три значащих разряда.

(e) Значения минимальной толщины и радиуса, выраженные в дробных частях дюйма обычно были переведены согласно следующей таблице:

Дробь, дюймы	Предлагаемый Перевод в СИ, мм	Разница, %
1/32	0,8	-0,8
3/64	1,2	-0,8
1/16	1,5	5,5
3/32	2,5	-5,0
1/8	3	5,5
5/32	4	-0,8
3/16	5	-5,0
7/32	5.5	1,0
1/4	6	5,5
5/16	8	-0,8
3/8	10	-5,0
7/16	11	1,0
1/2	13	-2,4
9/16	14	2,0
5/8	16	-0,8
11/16	17	2,6
3/4	19	0,3
7/8	22	1,0
1	25	1,6

(f) Для номинальных размеров в равных приращениях в дюймах обычно использовались одинаковые множители 25 мм. Промежуточные значения были получены интерполяцией, а не переводом и округлением с точностью до мм. См. примеры в следующей таблице. [Примите во внимание, что данная таблица не применяется к номинальным размерам трубы (NPS), которые приведены далее.]

Размер, дюймы	Размер, мм
1	25
1 1/8	29
1 1/4	32
1 1/2	38
2	50
2 1/4	57
2 1/2	64
3	75
3 1/2	89
4	100
4 1/2	114
5	125
6	150
8	200
12	300
18	450
20	500
24	600
36	900
40	1000
54	1350
60	1 500
72	1 800

Размер или длина, фут	Размер или длина, м
3	1
5	1,5
200	60

(g) Для номинальных размеров трубы использовались следующие соотношения:

Методика традиционной американской системы	Методика СИ	Методика традиционной американской системы	Методика СИ
NPS 1/8	DN6	NPS 20	DN500
NPS 1/4	DN8	NPS 22	DN550
NPS 3/8	DN 10	NPS 24	DN600
NPS l/2	DN 15	NPS 26	DN650
NPS 3/4	DN20	NPS 28	DN700
NPS 1	DN25	NPS 30	DN 750
NPS 1 1/4	DN32	NPS 32	DN 800
NPS 1 1/2	DN40	NPS 34	DN850
NPS 2	DN50	NPS 36	DN 900
NPS 2 1/2	DN65	NPS 38	DN950
NPS 3	DN 80	NPS 40	DN 1000
NPS 3 1/2	DN90	NPS 42	DN 1050
NPS 4	DN 100	NPS 44	DN 1100
NPS 5	DN 125	NPS 46	DN 1150
NPS 6	DN 150	NPS 48	DN 1200
NPS 8	DN200	NPS 50	DN 1250
NPS 10	DN 250	NPS 52	DN 1300
NPS 12	DN 300	NPS 54	DN 1350
NPS 14	DN350	NPS 56	DN 1400
NPS 16	DN400	NPS 58	DN 1450
NPS 18	DN450	NPS 60	DN 1500

(h) Значения площади в квадратных дюймах (дюйм^2) были переведены в квадратные мм (мм^2), а значения площади в квадратных футах (фут^2) были переведены в квадратные метры (м^2). См. примеры в следующей таблице:

Площадь (Единицы традиционной американской системы)	Площадь (Единицы СИ)
l дюйм2	650 мм2
6 дюймов2	4 000 мм2
10 дюймов2	6 500 мм2
5 футов2	0,5 м2

(i) Значения объема в кубических дюймах (дюйм^3) были переведены в кубические мм (мм^3), а объем в кубических футах (фут^3) – в кубические метры (м^3). См. примеры в следующей таблице:

Объем (Единицы традиционной американской системы)	Объем (Единицы СИ)
1 дюйм^3	16 000 мм^3
6 дюймов^3	100 000 мм^3
10 дюймов^3	160 000 мм^3
5 футов^3	0,14 м^3

(j) Хотя значение давления для расчетов всегда должно быть в МПа, в тексте используются и другие единицы. Например, кПа используются для небольших давлений. Кроме того, в большинстве случаев округление проводилось до значащего разряда (двух самое большее). См. примеры в следующей таблице. (Заметьте, что 14,7 фунт/дюйм^2 переводится в 101 кПа, тогда как 15 фунт/дюйм^2 переводится в 100 кПа. Хотя на первый взгляд это может показаться неправильным, это полностью соответствует принципам округления.)

Давление (Единицы традиционной американской системы)	Давление (СИ)
0,5 фунт/дюйм^2	3кПа
2 фунт/дюйм^2	15кПа
3 фунт/дюйм^2	20кПа
10 фунт/дюйм^2	70кПа
14,7 фунт/дюйм^2	101 кПа
15 фунт/дюйм^2	100 кПа
30 фунт/дюйм^2	200 кПа
50 фунт/дюйм^2	350 кПа
100 фунт/дюйм^2	700 кПа
150 фунт/дюйм^2	1 МПа
200 фунт/дюйм^2	1,5 МПа
250 фунт/дюйм^2	1,7 МПа
300 фунт/дюйм^2	2 МПа
350 фунт/дюйм^2	2,5 МПа
400 фунт/дюйм^2	3 МПа
500 фунт/дюйм^2	3,5 МПа
600 фунт/дюйм^2	4 МПа
1200 фунт/дюйм^2	8 МПа
1500 фунт/дюйм^2	10 МПа

(k) свойства материала выражены в фунт/дюйм^2 или кфунт/дюйм^2 (например, допускаемое напряжение, предел текучести или предел прочности на разрыв, модуль упругости) были в целом переведены в МПа с точностью до трех значащих разрядов. См. пример в следующей таблице:

Предел прочности (Единицы традиционной американской системы)	Предел прочности (СИ)
95.000 фунт/дюйм2	655 МПа

(I) В большинстве случаев температура (например, для PWHT) была округлена с точностью до 5°C. в зависимости от предполагаемой точности температуры были округлены с точностью до процента или 10°C, или даже 25°C. Температуры менее 0°F (отрицательные значения) в целом округляли с точностью до 1°C. Пример в таблице создан с округлением с точностью до 5°C, с одним исключением:

Температура, °F	Температура, °C
70	20
100	38
120	50
150	65
200	95
250	120
300	150
350	175
400	205
450	230
500	260
550	290
600	315
650	345
700	370
750	400
800	425
850	455
900	480
925	495
950	510
1000	540
1050	565
1100	595
1150	620
1200	650
1250	675
1800	980
1900	1040
2000	1095
2050	1120

A-3 КОЭФФИЦИЕНТЫ НЕЖЕСТКОГО ПЕРЕВОДА

Следующая таблица коэффициентов «нежесткого» перевода представлена для удобства. Умножение значения в единицах традиционной американской системы на указанный коэффициент позволяет получить значение в системе СИ. Аналогично, разделите значение в системе СИ на представленный коэффициент для получения значения в традиционной американской системе единиц. В большинстве случаев соответствующим действием будет округление ответа до трех значащих разрядов.

Единицы традиционной американской системы	Единицы СИ	Коэффициент	Примечания
дюйм	мм	25,4	…
фут	м	0,3048	...
дюйм2	мм	645,16	…
фут2	$м^2$	0,09290304	…
дюйм3	$мм^3$	16,387,064	…
фут3	$м^3$	0,02831685	…
галлон США	$м^3$	0,003785412	…
галлон США	л	3,785412	…
фунт/дюйм2	МПа (Н/мм2)	0,0068948	Использование исключительно в формулах
фунт/дюйм2	кПа	6,894757	Используйте только в тексте и для указательных планок
фунт/дюйм2	бар	0,06894757	
фут-фунт	Дж	1,355818	
°F	°C	5/9 x (°F - 32)	Не для разницы температур
°F	°C	5/9	Только для разницы температур
R	K	5/9	Абсолютная температура
фунт-массы	кг	0,4535924	
фунт-силы	Н	4,448222	
дюйм-фунт	Н*мм	112,98484	Использование исключительно в формулах
фут-фунт	Н*м	1,3558181	Используйте только в тексте
ksi√in	МПа√м	1,0988434	
британская тепловая единица/час	Вт	0,2930711	Используйте для номинальных характеристик котлов и передачи тепла
фунт-массы/фут3	$кг/м^3$	16,018463	

УКАЗАТЕЛЬ

ДЕФЕКТОСКОПИЯ СОСУДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ПЛАСТИКА, АРМИРОВАННОГО ВОЛОКНОМ, МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, Статья 11

Калибровка, Статья 11, T-1141(b)
- Характеристика затухания, Статья 11, T-1141(b)(1)
- Калибровка оборудования, Статья 11, Обязательное приложение II
- Локации и расстояние между датчиками, Статья 11, T-1141(c)
- Проверка характеристик системы, Статья 11, T-1 141(d)

Документация, Статья 11, T-1190
Внешние условия, Статья 11, T-1124
Оборудование и комплектующие, Статья 11, T-1130
Оценка, Статья 11, T-1180
- Критерии, Статья 11, T-l 181
- Эмиссия во время выдерживания давления, Статья 11, T-1182
- Определение коэффициента Фелисити, Статья 11, T-1183
- Критерий, основанный на событии с высокой амплитудой, Статья 11, T-1184
- Критерий, основанный на общем счете эмиссии, Статья 11, T-1185

Порядок проведения испытаний, Статья 11, T-1142
- Интенсивность АЭ, Статья 11, T-1142(d)
- Фоновый шум, Статья 11, T-1142(b)
- Нагружение сосудов, Статья 11, T-1142(c)
- Прекращение испытаний, Статья 11, T-1142(e)

Словарь терминов, Статья 11, Обязательное приложение III
Настройка измерительного оборудования, Статья 11, T-1126
Требования к оборудованию, Статья 11, Обязательное приложение I
Подавление шумов, Статья 11, T-1125
Рекомендации по размещению датчиков, Статья 11, Необязательное приложение A
Датчики, Статья 11, T-1127
Подготовка сосудов, Статья 11, T-1121
Нагружение сосудов, Статья 11, T-1122
Крепление сосудов, Статья 11, T-1123
Технические требования методики, Статья 11, T-1128

ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОСУДОВ ВО ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, СТАТЬЯ 12

Обнаружение источников акустической эмиссии, Статья 12, T-1224
Калибровка, Статья 12, T-1243
- Характеристика затухания, Статья 12, T-1243.2
- Калибровка оборудования, Статья 12, Обязательное приложение II

Калибровка системы на месте, Статья 12, T-1243.1
Расположение датчиков, Статья 12, T-1243.3
Расстояние между датчиками, Статья 12, T-1243.4
- Расстояние между датчиками для алгоритмов многоканальной локации источников, Статья 12, T-1243.4.2
- Расстояние между датчиками для зонного обнаружения, Статья 12, T-1243.4.1

Проверка характеристик системы, Статья 12, T-1243.5
Документация, Статья 12, T-1290
Оборудование и комплектующие, Статья 12, T-1230
Оценка, Статья 12, T-l280
- Критерии, Статья 12, T-1281

Порядок проведения испытаний, Статья 12, T-1244
- Фоновый шум, Статья 12, T-1244.2
  - Фоновый шум во время испытаний, Статья 12, T-1244.2.2
- Проверка уровня фонового шума до начала нагнетания давления, Статья 12, T-1244.2.1
- Нагнетание давления в сосуде, Статья 12, T-1244.3
- Последовательность нагружения, Статья 12, T-1244.3.2
- Прекращение испытаний, Статья 12, T-1244.3.3

Словарь терминов, Статья 12, Обязательное приложение III
Требования по эксплуатации оборудования, Статья 12, Необязательное приложение I
Шумоподавление, Статья 12, T-1222
Рекомендации по расположению датчиков, Статья 12, Необязательное приложение A
Датчики, Статья 12, T-1223
Частота датчиков, Статья 12, T-1223.1
Установка датчиков, Статья 12, T-l223.2
Контакт с поверхностью, Статья 12, T-1223.3
Нагружение сосудов, Статья 12, T-1221
Технические требования методики, Статья 12, T-1225

МОНИТОРИНГ НЕПРЕРЫВНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, Статья 13

Контрольно-измерительный прибор АЭ, Статья 13, T-1335
Анализ и отображение данных, Статья 13, T-1335.4
Хранение данных, Статья 13, T-1335.3
Установка контрольно-измерительного прибора АЭ, Статья 13, T-1349
Идентификация сигналов АЭ, Статья 13, T-1335.1
- Обработка сигналов, Статья 13, T-1335.2

Эксплуатация системы АЭ, Статья 13, T-1351
Усилители, Статья 13, T-1334
Фоновый шум, Статья 13, T-l345
Кабели, Статья 13, T-l333
Калибровка, Статья 13, T-1360
- Периодичность калибровок, Статья 13, T-l363
- Датчики, Статья 13, T-l361
- Система, Статья 13, T-l362

Определение и локация источника, Статья 13, T-l362.1
- Функциональная контрольная проверка, Статья 13, T-1362.2

Создание напряжения в компонентах, Статья 13, Т-1324
Координация усилий с владельцем/оператором систем объекта, Статья 13, Т-1326
Обработка, интерпретация и оценка данных, Статья 13, Т-1352
Запись и хранение данных, Статья 13, Т-1353
Оборудование, Статья 13, Т-1330
Проверка пригодности оборудования, Статья 13, Т-1341
Оценка/результаты, Статья 13, Т-1380
Обработка, интерпретация и оценка данных, Статья 13, Т-1381.2
Требования по данным, Статья 13, Т-1381.1
Обследование, Статья 13, Т-1370
Неметаллические компоненты, Статья 13, Обязательное приложение III
Компоненты, не относящиеся к ядерным объектам, Статья 13, Обязательное приложение II
Компоненты ядерных объектов, Статья 13, Обязательное приложение I
Глоссарий терминов, Статья 13, Обязательное приложение VII
Применение в неблагоприятной среде, Статья 13, Обязательное приложение V
Применение при обнаружении утечки, Статья 13, Обязательное приложение VI
Мониторинг ограниченной зоны, Статья 13, Обязательное приложение IV
Ослабление/определение характеристик материала, Статья 13, Т-1344
Шумовые помехи, Статья 13, Т-1325
Цели мониторинга, Статья 13, Т-1321
Квалификационные испытания персонала, Статья 13, Т-1323 и Т-1371
Запуск объекта, Статья 13, Т-1372
Установившийся режим работы объекта, Статья 13, Т-1373
Функциональная проверка системы АЭ, Статья 13, Т-1373.2
Периодичность оценки данных, Статья 13, Т-1373.1
Процедуры, Статья 13, Т-1350
Значимые показания, Статья 13, Т-1322
Отчеты/протоколы, Статья 13, Т-1390
Протоколы калибровки, Статья 13, Т-1364
Протоколы квалификационных испытаний, Статья 13, Т-1346
Отчеты для владельца/оператора системы объекта, Статья 13, Т-1391
Квалификационные испытания датчика, Статья 13, Т-1342
Чувствительность и частота отклика датчиков, Статья 13, Т-1342.1
Однородность чувствительности датчиков, Статья 13, Т-1342.2
Датчики, Статья 13, Т-1332
Частота, Статья 13, Т-1332.1
Дифференциальные и настраиваемые датчики, Статья 13, Т-1332.2
Установка, Статья 13, Т-1347
Шаг матрицы, Статья 13, Т-1347.2
Акустический контакт, Статья 13, Т-1347.1
Функциональная контрольная проверка, Статья 13, Т-1347.3
Установка датчика, Статья 13, Т-1332.3
Расположение источника и монтаж датчика, Статья 13, Т-1327
Установка сигнального подводящего провода, Статья 13, Т-1348
Распознавание образов сигналов, Статья 13, Т-1343

ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ ТРУБ, Статья 8

Калибровка, Статья 8, Т-860
Контроль ферритных материалов с покрытием
Методом вихревых токов, Статья 8, Обязательное приложение III
Установленные неферромагнитные трубки теплообменников, Статья 8, Обязательное приложение I
Неферромагнитные трубки теплообменников, Статья 8, Обязательное приложение II
Оценка, Статья 8, Т-880
Глоссарий терминов, Статья 8, Обязательное приложение IV
Аттестация персонала, Статья 8, Т-822
Контрольные образцы, Статья 8, Т-831
Письменная процедура, Статья 8, Т-821
Требования к процедуре, Статья 8, Т-841

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ, Статья 1

Стандарты на приемку, Статья 1, Т-180
Стандарты ASTM и рекомендуемые методики, Статья 1, Т-170
Уполномоченный инспектор/Уполномоченный инспектор по нормам и правилам, Статья 1, Т-170
Калибровка, Статья 1, Т-160
Оборудование, Статья 1, Т-130
Оценка, Статья 1, Т-180
Контроль и проверки, Статья 1, Т-170
Организация, ответственная за постройку, Статья 1, Т-150
Глоссарий терминов, Статья 1, Обязательное приложение I
Организация, ответственная за установку, Статья 1, Т-150
Ограниченная сертификация 1, Т-140(d)
Изготовитель, Статья 1, Т-150 NDE
Сертификация персонала, Статья 1, Т-140
Процедура, Статья 1, Т-150
Процедуры, специальные, Статья Т-150(a)
Система обеспечения/контроля качества, Статья 1, Т-150
Отчеты/документация, Статья 1, Т-190
Соответствующий раздел Норм и правил, Статья 1, Т-150

ИСПЫТАНИЯ НА УТЕЧКУ, Статья 10

Проба на образование пузырей
Способ прямого измерения давления, Статья 10, Обязательное приложение I
Способ с использованием вакуумной камеры, Статья 10, Обязательное приложение II
Калибровка, Статья 10, Т-1060
Стандартные течи для калибровки, Статья 10, Т-1063
Стандартная течь капиллярного типа, Статья 10, Т-1063.2
Стандартная течь проникающего типа, Статья 10, Т-1063.1
Манометры/вакуумные манометры, Статья 10, Т-1061
Приборы для измерения температуры, Статья 10, Т-1062

Чистота, Статья 10, Т-1041
Документация, Статья 10, Т-1090
Оценка, Статья 10, Т-1080
Контрольно-измерительное оборудование, Статья 10, Т-1031
Расположение манометров, Статья 10, Т-1031(b)
Скорость измерения, Статья 10, Т-1031(a)
Глоссарий терминов, Статья 10, Обязательное приложение VII
Зондовый метод испытания с использованием галоидного течеискателя, Статья 10, Обязательное приложение III
Испытание с использованием гелиевого масс-спектрометра
Способ с использованием детекторной головки, Статья 10, Обязательное приложение IV
Способ подвода пробного газа с помощью щупа, Статья 10, Обязательное приложение V
Предварительные испытания на утечку, Статья 10, Т-1051
Испытание при изменении давления, Статья 10, Обязательное приложение VI
Давление/вакуум (Ограничения по давлению), Статья 10, Т-1044
Процедура/прием, Статья 10, Т-1050
Уплотнение отверстий, Статья 10, Т-1042
Температура, Статья 10, Т-1043
Испытание, Статья 10, Т-1070
Письменная процедура, Статья 10, Т-1021

КАПИЛЛЯРНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ, Статья 6

Интенсивность невидимого излучения, Статья 6, Т-676.4(d)
Контроль загрязняющих примесей, Статья 6, Т-641
Проявка, Статья 6, Т-675
Нанесение сухого проявителя, Статья 6, Т-675.1
Нанесение влажного проявителя, Статья 6, Т-675.2
Документация/отчеты, Статья 6, Т-690
Сушка после удаления излишка проникающей жидкости, Статья 6, Т-674
Сушка после подготовки, Статья 6, Т-643
Оценка, Статья 6, Т-680
Удаление излишка проникающей жидкости, Статья 6, Т-673
Проникающие жидкости с последующей эмульсификацией, Статья 6, Т-673.2
Проникающие жидкости, удаляемые с помощью растворителей, Статья 6, Т-673.3
Водосмываемые проникающие жидкости, Статья 6, Т-673.1
Глоссарий терминов, Статья 6, Обязательное приложение 1
Интерпретация, Статья 6, Т-676
Эталон сравнения проникающей жидкости, Статья 6, Т-653.2
Процедура, Статья 6, Т-621
Нанесение проникающей жидкости, Статья 6, Т-671
Проникающие материалы, Статья 6, Т-631
Период выдержки, Статья 6, Т-672
Подготовка поверхности, Статья 6, Т-642
Методики, Статья 6, Т-651
Нестандартные температуры, Статья 6, Т-653
Стандартные температуры, Статья 6, Т-653
Ограничения, Статья 6, Т-654

МАГНИТОПОРОШКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ, Статья 7

Интенсивность невидимого света, Статья 7, Т-731(c)(4)
Калибровка, Статья 7, Т-760
Прием кругового намагничивания, Статья 7, Т-775
Прием центрального кондуктора, Статья 7, Т-775.2
Ток намагничивания, Статья 7, Т-775.2(b)
Процедура намагничивания, Статья 7, Т-775.2(a)
Прием непосредственного контакта, Статья 7, Т-775.1
Ток намагничивания, Статья 7, Т-775.1(b)
Процедура намагничивания, Статья 7, Т-775.1(a)
Размагничивание, Статья 7, Т-755
Оборудование, Статья 7, Т-730
Оценка, Статья 7, Т-780
Дефектоскопия, Статья 7, Т-770
Направление контроля, Статья 7, Т-771
Охват контроля, Статья 7, Т-772
Среда контроля, Статья 7, Т-731
Сухие частицы, Статья 7, Т-731(a)
Флуоресцентные частицы, Статья 7, Т-731(c)
Влажные частицы, Статья 7, Т-731(b)
Глоссарий терминов, Статья 7, Обязательное приложение II
Подъемная сила ярма, Статья 7, Т-762
Прием продольного намагничивания, Статья 7, Т-774
Ток намагничивания, Статья 7, Т-774.3
Напряженность поля намагничивания, Статья 7, Т-774.2
Процедура намагничивания, Статья 7, Т-774.1
Индикатор поля магнитных частиц, Статья 7, Т-753
Магнитопорошковая дефектоскопия ферритных материалов с покрытием, Статья 7, Обязательное приложение I
Приемы намагничивания, Статья 7, Т-752
Метод контроля, Статья 7, Т-751
Прием многонаправленного намагничивания, Статья 7, Т-777
Напряженность поля намагничивания, Статья 7, Т-777.2
Процедура намагничивания, Статья 7, Т-777.1
Процедура/прием, Статья 7, Т-750
Прием использования электродов, Статья 7, Т-773
Ток намагничивания, Статья 7, Т-773.2
Процедура намагничивания, Статья 7, Т-773.1
Расстояние между электродами, Статья 7, Т-773.3
Отчеты, Статья 7, Т-790
Выпрямленный ток, Статья 7, Т-754
Обработка поверхности, Статья 7, Т-741
Прием использования ярма, Статья 7, Т-776
Нанесение, Статья 7, Т-776.1
Процедура намагничивания, Статья 7, Т-776.2

РАДИОГРАФИЧЕСКАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ, Статья 2

Обратное излучение, Статья 2, Т-223
Чрезмерное обратное рассеяние, Статья 2, Т-284
Отливки (контроль), Статья 3
Калибровка денситометра, Статья 2, Т-262
Ограничения по плотности, Статья 2, Т-282.1
Мониторинг ограничения плотности рентгенограмм, Статья 2, Т-225
Изменение плотности, Статья 2, Т-282.2
Получение, отображение и хранение цифрового изображения, Статья 2, Обязательное приложение III
Интерпретация, оценка и принятие решения, Статья 2, Обязательное приложение IV

Направление излучения, Статья 2, T-273
Документация, Статья 2, T-290
Двухслойная техника, Статья 2, T-271.2
Просмотр двух слоев, Статья 2, T-271.2(b)
Просмотр одной слоя, Статья 2, T-271.2(a)
Энергия излучения, Статья 2, T-272
Излучение гамма-лучей, Статья 2, T-272.2
Рентгеновское излучение, Статья 2, T-272.1
Оборудование и материалы, Статья 2, T-230
Оценка, Статья 2, T-280
Изготовителем, Статья 2, T-292
Обработка пленки, Статья 2, T-231.2
Выбор пленки, Статья 2, T-231.1
Оборудование для просмотра пленки, Статья 2, T-234
Геометрическая нерезкость, Статья 2, T-274
Ограничения, Статья 2, T-285
Глоссарий терминов, Статья 2, Обязательное приложение V
Система идентификации, Статья 2, T-224
Конструктивное исполнение эталонов чувствительности, Статья 2, T-233
Эквивалентная чувствительность, Статья 2, Необязательное приложение B
Номер, Статья 2, T-277.2
Множественные эталоны, Статья 2, T-277.2(a)
Особые случаи, Статья 2, T-277.2(b)
Размещение, Статья 2, T-277.1
Сторона пленки, Статья 2, T-277.1(b)
Пластинчатые эталоны, Статья 2, T-277.1(c)
Материалы, за исключением сварных швов, Статья 2, T-277.1(e)
Эскизы, Статья 2, Необязательное приложение C
Сторона источника, Статья 2, T-277.1 (a)
Проволочные эталоны, Статья 2, T-277.1(d)
Выбор, Статья 2, T-276
Сварные швы, соединяющие разнородные материалы, Статья 2, T-276.3
Материал, Статья 2, T-276.1
Размер, Статья 2, T-276.2
Прокладки под пластинчатыми эталонами, Статья 2,T-277.3
Движущаяся радиография, Статья 2, Обязательное приложение I
Усиливающие экраны, Статья 2, T-232
Маркировочные знаки, Статья 2, T-275
Просмотр двух слоев, Статья 2, T-275.2
Карты, Статья 2, T-275.3
Просмотр одного слоя, Статья 2, T-275.1
Маркеры с любой стороны, Статья 2, T-275.1(c)
Маркеры со стороны пленки, Статья 2, T-275.1(b)
Маркеры со стороны источника, Статья 2, T-275.1(a)
Пенетрометры (см. эталоны чувствительности)
Эскизы приемов для сварных швов толстостенных и тонкостенных труб, Статья 2, Необязательное приложение A
Требования к процедуре, Статья 2, T-281
Качество радиограмм, Статья 2, T-281
Приемы радиографии, Статья 2, T-271
Радиографический контроль в реальном времени, Статья 2, Обязательное приложение II
Чувствительность, Статья 2, T-283
Однослойная техника, Статья 2, T-271.1
Определение размера источника, Статья 2, T-261.2
Проверка размера источника, Статья 2, T-261.1
Проверка плотности контрольная рентгенограммы ступенчатого клина, Статья 2, T-262
Подготовка поверхности, Статья 2, T-222
Материалы, Статья 2, T-222.1
Отделка поверхности, Статья 2, T-222.3
Сварные швы, Статья 2, T-222.2

МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ, СТАТЬЯ 4

Линейность управления амплитудой, Статья 4, T-461.2 и Обязательное приложение II
Калибровки угловым лучом (общие приемы), Статья 4, Необязательное приложение B
Основной калибровочный образец, Статья 4, T-435 и Необязательное приложение J
Выбор образца, Статья 4, Необязательное приложение I, J-10(a)
Качества образца, Статья 4, Необязательное приложение J, J-10(e)
Плакирование, Статья 4, Необязательное приложение J, J-10(b)
Термообработка, Статья 4, Необязательное приложение J, J-10(c)
Отражатели, Статья 4, Необязательное приложение J, J-20
Диаметры свыше 20 дюймов, Статья 4, Необязательное приложение J, J-10(e)
Диаметры до 20 дюймов, Статья 4, Необязательное приложение J, J-10(f)
Отделка поверхности, Статья 4, Необязательное приложение J, J-10(d)
Угловой луч, Статья 4, Необязательное приложение I, 1-20
Измерения раствора луча, Статья 4, T-434.1
Болты и штифты (контроль в процессе эксплуатации), Статья 4, Необязательное приложение L
Калибровка, Статья 4, T-460
Система, Статья 4, T-462
Средства формирования изображений с помощью вычислительной техники, Статья 4, T-436 и Необязательное приложение E
Оборудование, Статья 4, T-430
Оценка, Статья 4, T-480
Охват контроля, Статья 4, T-424.1
Глоссарий терминов, Статья 5, Обязательное приложение III
Требования к измерительным приборам, Статья 4, T-431
Контроль патрубков, Статья 4, Необязательное приложение F
Контроль участков внутренних углов и внутренний радиусов патрубков, Статья 4, T-442
Требования к персоналу, Статья 4, T-422
Насосы и клапаны (включая сварные швы), Статья 4, T-444
Скорость перемещения преобразователя, Статья 4, T-424.2
Уровень чувствительности сканирования, Статья 4, T-424.3
Отчеты, Статья 4, T-490
Плоские отражатели

Пример регистрации данных, Статья 4, Необязательное приложение D
Регистрация данных контроля угловым лучом, Статья 4, Необязательное приложение H
Регистрация данных контроля прямым лучом, Статья 4, Необязательное приложение K
Линейность высоты экрана, Статья 4, T-461.1 и Обязательное приложение I
Калибровки прямым лучом (общие приемы), Статья 4, Необязательное приложение C
Контроль сосудов, Статья 4, T-441
Сварные швы, Статья 4, T-471
Контроль с помощью прямых преобразователей, Статья 4, Необязательное приложение I
Подготовка поверхности, Статья 4, T-471.1.2
Расположение контрольных точек сосуда, Статья 4, Необязательное приложение A
Требования к письменной процедуре, Статья 4, T-450

МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ, Статья 5

Конфигурация альтернативных калибровочных образцов, Статья 5, Необязательное приложение II
Линейность управления амплитудой, Статья 5, T-533 и Обязательное приложение A
Основные калибровочные образцы (сварные швы), Статья 5, T-542.2.1
Выбор образцов, Статья 5, T-542.2.1 (a)
Качество образцов, Статья 5, T-542.2.1.1(e)
Плакирование, Статья 5, T-542.2.1.1(b)
Термообработка, Статья 5, T-542.2.1.1(c)
Материал, Статья 5, T-542.2.1.1
Труба, Статья 5, T-542.8.1.1
Отражатели, Статья 5, T-542.3
Диаметры свыше 20 дюймов, Статья 5, T-542.3.4
Диаметры до 20 дюймов, Статья 5, T-542.3.5
Труба, Статья 5, T-542.8.1.2
Отделка поверхности, Статья 5, T-542.2.1.1(d)
Угловой луч, Статья 5, T-542.6.1.4 и T-542.8.2.2
Болты и штифты (контроль в процессе эксплуатации), Статья 5, T-541.5.3
Крепеж (контроль), Статья 5, T-541.5
Калибровка (общие сведения), Статья 5, T-534
Калибровка (сварные швы), Статья 5.T-542.2
Поверка калибровки, Статья 5, T-542.4.6 - T-542.4.8
Корректировка DAC, Статья 5, T-542.5.2
Труба, Статья 5, T-542.8.1
Угловой луч, Статья 5, T-542.8.2
Прямой луч, Статья 5, T-542.8.2.5
Система, Статья 5, T-542.4
Угловой луч, Статья 5, T-542.4.4
Прямой луч, Статья 5, T-542.4.5
Корректировка диапазона развертки, Статья 5, T-542.5.1
Плакировка (контроль), Статья 5, T-543
Оборудование и комплектующие, Статья 5, T-530
Оценка, Статья 5, T-580
Диапазон контроля, Статья 5, T-523.1
Поковки и стержни (контроль), Статья 5, T-541.2
Частота (измерительные приборы), Статья 5, T-531
Преобразователь, Статья 5, T-542.6.1.3 и T-542.8.2.1
Глоссарий терминов, Статья 5, Обязательное приложение III
Листы (контроль), Статья 5, T-541.1
Скорость перемещения преобразователя, Статья 5, T-523.2
Уровень чувствительности при регистрации данных, Статья 5, T-523.3
Отчеты и протоколы, Статья 5, T-590
Линейность по высоте экрана, Статья 5, T-532 и Обязательное приложение I
Преобразователи, Статья 5, T-535
Измерение толщины, Статья 5, T-544
Трубные изделия (контроль), Статья 5, T-541.3
Сварные швы (контроль), Статья 5, T-542
Сварные швы на аустенитных сталях и сплавах с высоким содержанием никеля, Статья 5, T-542.8.5
Ферритные сварные швы на ферритных трубах, Статья 5, T-542.8
Оценка, Статья 5, T-542.8.4.3
Сканирование, Статья 5, T-542.8.4
Подготовка поверхности, Статья 5, T-542.8.3.1
Виды кованых и литых ферритных изделий (исключая трубы), Статья 5, T-542.6
Оценка, Статья 5, T-542.7.2.5
Сканирование, Статья 5, T-542.7.2
Подготовка поверхности, Статья 5, T-542.7.1
Требования к письменной процедуре, Статья 5, T-522

ВИЗУАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ, Статья 9

Применения, Статья 9, T-951
Прямой визуальный контроль, Статья 9, T-952
Оценка, Статья 9, T-980
Глоссарий терминов, Статья 9, Обязательное приложение I
Требования к персоналу, Статья 9, T-942
Технологии контроля, Статья 9, T-950
Протоколы/отчеты, Статья 9, T-990
Дистанционный визуальный контроль, Статья 9, T-953
Визуальный контроль на просвет, Статья 9, T-954
Требования к письменной процедуре, Статья 9, T-941

Нормы и правила ASME на котлы и сосуды под давлением РАЗДЕЛ V

РАЗЪЯСНЕНИЯ
Том 58

Разъяснения к нормам и правилам распространяются ежегодно в июле месяце с выпуском издания и последующими дополнениями. Разъяснения, представленные в январе на сайте www.cstools.asme.org/interpretations включены в июльское распространение. Разъяснения из Раздела III, Секции 1 и 2 являются предметом автоматической корректировки Раздела III, Подраздела NCA.

Разъяснения из томов с 54 по 56 были включены автоматической корректировкой в издание Норм и правил 2004г; Том 57 –первый том разъяснений, который должен быть включен в издание 2007г.

Раздел	Том 57	Том 58	Том 59
I	**7/07**	**7/08**	
II-A	**7/07**	**7/08**	
II-B	…	…	
II-C	…	…	
II-D (традиционная американская система единиц)	**7/07**	…	
II-D (метрическая система единиц)	…	…	
III-NCA	**7/07**	**7/08**	
III-3	**7/07**	…	
IV	**7/07**	**7/08**	
V	**7/07**	**7/08**	
VI	…	…	
VII	…	…	
VIII-1	**7/07**	**7/08**	
VNI-2	**7/07**	**7/08**	
VIII-3	**7/07**	**7/08**	
IX	**7/07**	**7/08**	
X	…	**7/08**	
XI	**7/07**	**7/08**	
XII	…	…	

Права копирования © 2008
АМЕРИКАНСКОЕ ОБЩЕСТВО ИНЖЕНЕРОВ МЕХАНИКОВ
Все права сохранены

РАЗЪЯСНЕНИЯ
ТОМ 58 — РАЗДЕЛ V

Ответы на запросы по технической части
С 1 января 2007 по 31 декабря 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий документ включает в себя все письменные разъяснения, выпущенные в указанный период персоналом ASME от лица комитета ASME на котлы и сосуды под давлением в ответ на запросы касательно разъяснений по Правилам ASME на котлы и сосуды под давлением. В имеющемся содержании перечислены конкретные темы разъяснений, включенные в данный том.

Эти разъяснения взяты из писем дословно, за исключением исправления опечаток и внесения редакторских правок с целью улучшения доходчивости. В некоторых случаях, изучение разъяснений выявляет необходимость в корректировках технического плана. В этих случаях измененное разъяснение приводится с указанием первоначального номера разъяснения с добавкой R и номера исходного файла со звездочкой. После этих откорректированных разъяснений новым разъяснениям и изменениям к ним, выпущенным в указанный период, присваиваются номера в хронологическом порядке. Разъяснения, которые относятся к более чем одному разделу Норм и Правил, указаны с разъяснениями по каждому соответствующему Разделу.

Процедуры ASME предусматривают повторное рассмотрение этих разъяснений при получении дополнительной информации, которая, по мнению спрашивающего, может повлиять на разъяснение. Кроме того, лица, ущемленные в результате разъяснения, могут обратиться в соответствующий комитет или подкомитет ASME. Как указано в Заявлении о политике Норм и Правил, ASME не "одобряет", не "сертифицирует", не" оценивает", и не "возмещает" никаких изделий, конструкций, патентованных устройств или видов деятельности.

Разъяснение распространяется либо на Издание и Дополнение, действующие на момент выпуска разъяснения или на Издание и Дополнение, указанное в разъяснении. Последующие редакции Норм и правил могут заменять собой разъяснения.

Подробные указания по подготовке технических запросов в комитет ASME по котлам и сосудам под давлением см. в Приложении I.

РАЗДЕЛ V

Тема	Разъяснение	№ файла
Статья 2, VHI-288 (издание 2004, дополнение 2005)	V-07-05	07-90
Статья 4, Обязательное Приложение HI (издание 2004, дополнение 2005)	V-07-06	07-83
Статья 7, T-764.3, Применение ярма (издание 2007).....	V-07-07	07-1749

Разъяснение: V-07-05

Тема: Статья 2, VHI-288 (издание 2004, дополнение 2005)

Дата выпуска: 27 апреля 2007

Файл: 07-90

Вопрос: Приемлемо ли использование для окончательного толкования рентгенограмм фильтров для обработки после изображения? Ответ: Да.

Разъяснение: V-07-06

Тема: Статья 4, Обязательное Приложение HI (издание 2004,

дополнение 2006) Дата выпуска: 19 октября 2007 Файл: 07-83

Вопрос: Распространяется ли Статья 4 Раздела V на то, что при ультразвуковом контроле по времени междупролетной дифракции (TOFD), который выполняется по процедуре недистанцированной амплитуды, подтверждение чувствительности должно быть основано на амплитуде ответного сигнала в 80% от полной высоты экрана от указанных эталонных отражений?

Ответ: Нет, подтверждением чувствительности при ультразвуковом контроле по времени междупролетной дифракции (TOFD) является ответный сигнал от указанных эталонных отражателей, характерных для исследуемой зоны, который минимум на 6 дБ превышает шум, обусловленный зернистостью, при этом изображение на полученном цифровом дисплее с серой шкалой должно быть четким.

Разъяснение: V-07-07

Тема: Статья 7, T-764.3, Применение ярма (издание 2007)

Дата выпуска: 15 ноября 2007

Файл: 07-1749

Вопрос: При использовании ярма, позволяет ли пункт T-764.3 использовать индикатор магнитного поля (круговой датчик) или искусственную прокладку для определения достаточности или направления магнитного поля?

Ответ: Нет.

ДАННАЯ СТРАНИЦА НАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ